

No. 22

AUG 1 1961

March, 1961

FISH & WILDLIFE SERVICE

BULLETIN
OF THE

SEIKAI REGIONAL FISHERIES RESEARCH LABORATORY
NAGASAKI, JAPAN

油焼に関する研究一 Ⅲ 酸化酸を鉛塩として沈澱せしむる油焼測定方法
について 増田 与・篠原富美子

煉製品の原料魚に関する研究 Ⅱ 底魚筋肉の膨潤について

篠山 茂行

煉製品の原料魚に関する研究 Ⅲ 底魚筋肉の結合水および非蛋白態窒素
について 篠山 茂行

回遊性魚類の生化学的研究 東支那海および九州西海域におけるサバの
体脂肪について 浜田 七郎・浜田 律子



西海区水産研究所研究報告

第 22 号

昭和 36 年 3 月

水産庁西海区水産研究所

長崎市丸尾町



Digitized by the Internet Archive
in 2026

BULLETIN
OF THE
SEIKAI REGIONAL FISHERIES RESEARCH LABORATORY
NAGASAKI, JAPAN

油焼に関する研究Ⅲ 酸化酸を鉛塩として沈澱せしむる油焼測定方法
について 増田 与・篠原富美子

煉製品の原料魚に関する研究 Ⅱ 底魚筋肉の膨潤について

篠山 茂行

煉製品の原料魚に関する研究 Ⅲ 底魚筋肉の結合水および非蛋白態窒素
について 篠山 茂行

回遊性魚類の生化学的研究 東支那海および九州西海域におけるサバの
体脂肪について 浜田 七郎・浜田 律子



西海区水産研究所研究報告

第 22 号

昭和 36 年 3 月

水産庁西海区水産研究所

長崎市丸尾町

内 容

	頁
油焼に関する研究—Ⅲ 酸化酸を鉛塩として沈澱せしむる油焼測定方法 について 増田 与・篠原富美子	1
煉製品の原料魚に関する研究 Ⅱ 底魚筋肉の膨潤について 篠山 茂行	17
煉製品の原料魚に関する研究 Ⅲ 底魚筋肉の結合水および非蛋白態窒素 について 篠山 茂行	37
回遊性魚類の生化学的研究 東支那海および九州西海域におけるサバの 体脂肪について 浜田 七郎・浜田 律子	47

CONTENTS

	Page
Studies on the Discoloration of Oily Fishes—Ⅲ On the Method of Measuring the Discoloration of Oily Fishes through the Precipitation of Lead Compounds with Oxidized Acid. by Shigeshi MASUDA and Fumiko SHINOHARA	1
Studies on the Staple Fish for Meat Jellies Ⅱ Swelling of Skeletal Muscle of Bottom Fish. by Shigeyuki SASAYAMA	17
Studies on the Staple Fish for Meat Jellies Ⅲ Bound Water in the Skeletal Muscle of Several Kinds of Fish and the Distribution of Extractive Nitrogenous Matter in the Muscle of White Croaker (<i>Nibea argentata</i>) and Lizard-fish (<i>Saurida argyrophanes</i>). by Shigeyuki SASAYAMA	37
Biochemical Researches on Migratory Fish Researches made in View of Quantitative Changes of Body Fat, with regard to the Mackerel to be caught in the Fishing Area West of Kyushu and in the East China Sea. by Shichiro HAMADA and Rituko HAMADA	47

油 焼 に 関 す る 研 究 Ⅲ

酸化酸を鉛塩として沈澱せしむる
油焼測定方法について

増 田 与 篠 原 富 美 子

Studies on the Discoloration of Oily Fishes Ⅲ

On the Method of Measuring the Discoloration
of Oily Fishes through the Precipitation of
Lead Compounds with Oxydized Acid

by

Shigeshi MASUDA and Fumiko SHINOHARA

目 次

I 緒 言

II 簡 易 測 定 方 法

III 実験成績及び考察

1. 油脂のアセトンに対する溶解度について
2. 油脂のアセトン稀釈による色調の変化
3. 油脂のアセトン溶液に於ける醋酸塩類等による呈色物質の沈澱について
4. 酸化酸のアセトン溶液に於ける醋酸鉛及び醋酸バリウムによる沈澱について
5. 脂肪酸、酸化酸混合物のアセトン溶液に於ける醋酸バリウム、醋酸鉛による沈澱について
6. 油脂、酸化酸混合物のアセトン溶液に於ける醋酸バリウム、醋酸鉛の酸化酸の沈澱について
7. 油脂のアセトン溶液に20%醋酸鉛溶液を分割添加したときの呈色物質の沈澱について
8. 油脂のアセトン溶液に於て醋酸鉛、醋酸バリウムによって沈澱折出せざる呈色物質をSフィルター43を使用し測定した場合の色調の変化について
9. 煮干のエーテル抽出油脂のアセトン溶液を加熱したときの色調の変化

III 総 括

Résumé

We studied the extent of the discoloration of oily fishes such as boiled, dried sardines.

We know that the greater part of oxydized acid of oil in acetone solution is precipitated by 20 percent of lead acetate solution. (Table 6, 7)

We have devised the following simple method of measuring the discoloration of oily fishes.

Simple Method of Measurement

A definite quantity of the powdered sample is exactly weighed and thrown into the Soxhlet's fat extraction apparatus, from which oil is extracted by means of ethylether. After the extraction is finished, the ethylether is evaporated and the oil thus extracted is added acetone, so that the required 0.3 percent solution may be made.

And now, 9.6 cc acetone solution is put into the test tube and, further 0.4 cc acetone is added to it so that it may be diluted.

The upper layer of the acetone solution is separated by means of a centrifu-

gal machine to be turned into a clear solution, which, after being poured into a test tube of 10mm in thickness, is measured by the photoelectric colorimeter with S Filter 43. Using the distilled water as a standard solution, the optical density is calculated on measuring the transmittance of the solution. In this experiment A shows this optical density.

Secondly, into the test tube is put 9.6 cc of acetone solution, to which 0.4 cc of 20 percent lead acetate solution is added drop by drop and the test tube, after being shaken, is kept in the room.

As above mentioned, after the upper layer of acetone solution is separated by the centrifugal machine, the clear solution is measured by the photoelectric colorimeter. The optical density is calculated on measuring the transmittance of the solution.

In this experiment B shows the optical density. If B is deducted from A and the value is converted into 1.0 gram of the sample, it will show the degree of the discoloration of the oily fishes.

I 緒 言

煮干鰯等の乾製品は、時日の経過と共に、所謂一般に油焼と称せられている現象を呈し、其外觀風味等を悪変し、品質を低下し、商品価値を減少せしむ。

此油焼現象による品質の低下の程度を測定する方法として先に著者の一人は、メチルアルコール、ベンゾール定沸点混合溶液に溶出せらるる、呈色物質の色調の濃淡によって測定する方法について報告した。

油脂中の酸化酸を分離するには、通常油脂を鹼化

して脂肪酸とし、石油エーテルにて処理し、石油エーテルに不溶解物即ち酸化酸を分取して測定するも魚油等の場合は、アルカリ鹼化に際し、魚油酸化酸がアルカリに溶解し甚しく赤褐色に着色する。又アルカリと加熱するために、酸化酸等の如き赤褐色を呈する物質の生成或は魚油中の微量の不純物等により、同様に赤褐色を呈する物質を生成せらるることも考えらるるため、なるべく低温で処理して測定するため、試料中の油脂をエーテルで抽出し、油脂含有量を測定すると同時に、抽出油脂中の酸化酸を鹼化を行はず、酸化酸等の着色物質を沈澱せしめ、色調を比較して、油焼の程度を測定する方法について

研究し、次の如き成績を得たので報告する。

Ⅱ 簡易測定方法

粉末試料の一定量を精秤し、ソックスレット脂肪抽出器に入れ、エーテルで油脂を抽出する。抽出終了後エーテルを蒸散し、油脂をアセトンに溶解し0.3%溶液とする。此アセトン溶液9.6ccを試験管に採りアセトン0.4ccを加えて稀釈する。遠心分離器に掛け透明な溶液となし、蒸留水を標準溶液として10mm厚さの液槽を用い、Sフィルター43にて光電管比色計で透光度を測定して $-\text{Log}T$ を算出し其値をAとす。

次にアセトン溶液9.6ccを試験管にとり、20%醋酸鉛溶液0.4ccを徐々に滴加し、密栓して良く振蕩後静置する。上層部アセトン溶液を遠心分離器にかけ、前述と同様に光電管比色計で透光度を測定して $-\text{Log}T$ を算出し此値をBとす。

A-Bの値を算出し、試料1.0gに対する値に換算して、此値を試料の油焼の程度を示す数値とする。

Ⅲ 実験成績並に考察

本簡易油焼測定方法の可否並に使用限界等を吟味するため、主要な事項と思考せらるる二三の条件について試験し次の如き成績を得た。

又色調の測定は、島津製光電管比色計AKA3型、Sフィルター43、液槽の厚さ10mmのものを使用し、標準溶液として蒸留水を用いた。(以下本方法で測定した場合は単に色度測定と記載し、其 $-\text{Log}T$ の値を色度と略記する。)

1. 油脂のアセトンに対する溶解度について

本油焼測定方法に於ては、試料油脂のアセトン溶液を使用するが、アセトンは其濃度により油脂の溶解度を異にするので油脂が如何なる濃度のアセトンにまで溶解するやを知るため、魚油アセトン溶液を調製し第1表に示す如き割合にアセトン及び蒸留水を添加してアセトンの濃度を変化せしめて、油脂の常温に於ける溶解状態を試験し其成績を第1表に示した。

本成績に見る如く本試験の範囲内に於ては、アセトン95% (容) までは、常温に於て油脂を完全に溶解することを認めた。即ち本測定方法に於ては、少くもアセトンの濃度が常温に於て95% (容) 以上に

Table 1. Solubility of oil in acetone

Sample shows two percent acetic solution of oil.

	1	2	3	4	5
Sample	5.0cc	5.0cc	5.0cc	5.0cc	5.0cc
Acetone	3.0	3.5	4.0	4.5	4.7
H ₂ O	2.0	1.5	1.0	0.5	0.3
$-\text{log} T$	Turbidity	〃	〃	0.036	0.041

たもつ様処理することが必要である。

2. 油脂のアセトン稀釈による色調の変化

本測定方法に於ては、エーテル抽出油脂をアセトンで稀釈した場合、油脂の濃度に比例して稀釈溶液の色調を変化することが、好まじきため、此点を明らかにするため次の如き方法で試験した。又血合肉は、普通肉よりも同一試料に於て、エーテル抽出油脂の色調濃厚なるため、此油脂の色調の変化も普通肉の場合と同様に变化するやを知るため普通肉及び血合肉を試料とした。

鯖煮熟肉より普通肉及び血合肉を採取し、各々無水芒硝を添加して脱水し、エーテルで抽出し殆んど赤褐色を呈せざる油脂を採集し、其一定量をアセトンに溶解し遠心分離器にかけ、透明な溶液を調製して試料とし第2表に示す如き割合にアセトンを添加して稀釈した、溶液の色度を測定し其成績を第2表第1図に示した。

即ち第2表第1図に見る如く普通肉及び血合肉のエーテル抽出油脂のアセトン溶液は、アセトンの稀釈度に比例して其色度を変化することを認めた。

3. 油脂のアセトン溶液に於ける醋酸塩類等による呈色物質の沈澱について

油脂のアセトン溶液に於ける醋酸バリウム、醋酸鉛、醋酸石灰、醋酸マグネシウム、塩化カルシウム、塩化バリウム等によって油脂の呈色物質が如何様に沈澱するか、又はアセトンの濃度を変化せしめた場合に、呈色物質の沈澱に如何なる差異を生ずるやにつき知るため次の如き方法で試験を試みた。

赤褐色を呈する鰯油の2%アセトン溶液を調製して試料とし、アセトン97% (容)、95% (容)、90% (容)、の場合に於ける前記醋酸塩類等の溶液に

Table 2. Change in color caused by dilution of oil with acetone

Sample A shows 7 percent acetonetic solution of oil from ordinary muscle of boiled mackerel.

Sample B shows 7 percent acetonetic solution of oil from dark-colored muscle of boiled mackerel.

(1)

	1	2	3	4	5	6	7
Sample A	5.0cc	4.0cc	3.0cc	2.0cc	1.0cc	0.5cc	0.1cc
Acetone	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	9.5	9.9
$-\log T$	0.022	0.018	0.013	0.009	0.004	0	0

(2)

	1	2	3	4	5	6	7
Sample B	5.0cc	4.0cc	3.0cc	2.0cc	1.0cc	0.5cc	0.1cc
Acetone	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	9.5	9.9
$-\log T$	0.155	0.125	0.097	0.065	0.031	0.018	0

Fig 1. Change in color caused by dilution of oil with acetone

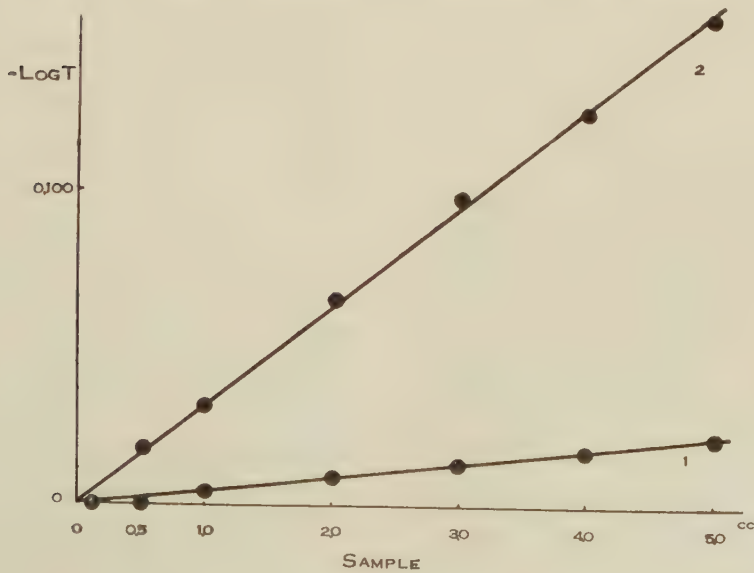


Table 3. Precipitation of coloring matter in acetonic solution
of oil by acetate, etc
Sample shows 2 percent acetonic solution of sardine oil.

(1)

	1	2	3	4
Sample	5.0cc	5.0cc	5.0cc	5.0cc
Acetone	4.7	4.7	4.7	4.7
2% Ba (CH ₃ COO) ₂	0.3	0.15	0.1	0.05
H ₂ O	—	0.15	0.2	0.25
— log T	0.027	0.027	0.027	0.036

(2)

	1	2	3	4	5
Sample	5.0cc	5.0cc	5.0cc	5.0cc	5.0cc
Acetone	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
2% Ba (CH ₃ COO) ₂	0.5	0.35	0.15	0.1	0.05
H ₂ O	—	0.15	0.35	0.4	0.45
— log T	0.022	0.027	0.022	0.027	0.022

(3)

	1	2	3	4	5
Sample	5.0cc	5.0cc	5.0cc	5.0cc	5.0cc
Acetone	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
2% Ba (CH ₃ COO) ₂	0.5	0.35	0.15	0.1	0.05
H ₂ O	0.5	0.65	0.85	0.9	0.95
— log T	Turbidity	"	"	"	"

(4)

	1	2	3	4
Sample	5.0cc	5.0cc	5.0cc	5.0cc
Acetone	4.7	4.7	4.7	4.7
2% Pb (CH ₃ COO) ₂	0.3	0.15	0.1	0.05
H ₂ O	—	0.15	0.2	0.25
— log T	0.022	0.027	0.027	0.036

(5)

	1	2	3	4	5
Sample	5.0cc	5.0cc	5.0cc	5.0cc	5.0cc
Acetone	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
2% Pb (CH ₃ COO) ₂	0.5	0.35	0.15	0.1	0.05
H ₂ O	—	0.15	0.35	0.4	0.45
— log T	0.018	0.018	0.018	0.022	0.022

(6)

	1	2	3	4	5
Sample	5.0cc	5.0cc	5.0cc	5.0cc	5.0cc
Acetone	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
2% Pb (CH ₃ COO) ₂	0.5	0.35	0.15	0.1	0.05
H ₂ O	0.5	0.65	0.85	0.9	0.95
— log T	Turbidity	"	"	"	"

(7)

	1	2	3	4
Sample	5.0cc	5.0cc	5.0cc	5.0cc
Acetone	4.7	4.7	4.7	4.7
Ca ^{2%} (CH ₃ COO) ₂	0.3	0.15	0.1	0.05
H ₂ O	—	0.15	0.2	0.25
— log T	0.022	0.018	0.022	0.027

(8)

	1	2	3	4	5
Sample	5.0cc	5.0cc	5.0cc	5.0cc	5.0cc
Acetone	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
Ca ^{2%} (CH ₃ COO) ₂	0.5	0.35	0.15	0.1	0.05
H ₂ O	—	0.15	0.35	0.4	0.45
— log T	0.022	0.022	0.027	0.022	0.022

(9)

	1	2	3	4	5
Sample	5.0cc	5.0cc	5.0cc	5.0cc	5.0cc
Acetone	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
Ca ^{2%} (CH ₃ COO) ₂	0.5	0.35	0.15	0.1	0.05
H ₂ O	0.5	0.65	0.85	0.9	0.95
— log T	Turbidity	"	"	"	"

(10)

	1	2	3	4	5
Sample	5.0cc	5.0cc	5.0cc	5.0cc	5.0cc
Acetone	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
Mg ^{2%} (CH ₃ COO) ₂	0.5	0.35	0.15	0.1	0.05
H ₂ O	—	0.15	0.35	0.4	0.45
— log T	0.036	0.031	0.027	0.027	0.027

(11)

	1	2	3	4	5
Sample	5.0cc	5.0cc	5.0cc	5.0cc	5.0cc
Acetone	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
Mg ^{2%} (CH ₃ COO) ₂	0.5	0.35	0.15	0.1	0.05
H ₂ O	0.5	0.65	0.85	0.9	0.95
— log T	Turbidity	"	"	"	"

(12)

	1	2	3	4
Sample	5.0cc	5.0cc	5.0cc	5.0cc
Acetone	4.7	4.7	4.7	4.7
2% CaCl ₂	0.3	0.15	0.1	0.05
H ₂ O	—	0.15	0.2	0.25
— log T	0.036	0.036	0.031	0.031

(13)

	1	2	3	4	5
Sample	5.0cc	5.0cc	5.0cc	5.0cc	5.0cc
Acetone	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
2% CaCl ₂	0.5	0.35	0.15	0.1	0.05
H ₂ O	—	0.15	0.35	0.4	0.45
— log T	0.027	0.022	0.027	0.027	0.027

(14)

	1	2	3	4
Sample	5.0cc	5.0cc	5.0cc	5.0cc
Acetone	4.7	4.7	4.7	4.7
2% BaCl ₂	0.3	0.15	0.1	0.05
H ₂ O	—	0.15	0.2	0.25
— log T	0.022	0.022	0.027	0.031

より常温に於いて呈色物質の沈澱状態を知るために第3表に示した様な割合に試料、アセトン、蒸留水を添加し、更に醋酸塩類等の溶液を添加して良く振蕩後48時間室内に静置し、其上層部のアセトン溶液を遠心分離して透明な溶液とし、光電管比色計でSフィルター43を用い、厚さ10mmの液槽で透光度を測定し、濃度を算出して其成績を第3表に示した。

第3表の成績に見る如くアセトン溶液に於いて、同一元素間では醋酸塩類が塩化物よりも呈色物質をよく沈澱せしめた、醋酸塩類に於いては、鉛塩が他の塩類よりも呈色物質をよく沈澱せしめた、又アセトンの濃度に於いては醋酸鉛、醋酸バリウムの場合、共に95%(容)のものが呈色物質の沈澱状態が良好であった。アセトン90%(容)の場合は殆んど密栓中は透明なるも開栓すると上部より混濁した。

4. 酸化酸のアセトン溶液に於ける醋酸鉛、及び醋酸バリウムによる沈澱について

酸化酸のアセトン溶液に於いて、酸化酸を醋酸鉛

(15)

	1	2	3	4	5
Sample	5.0cc	5.0cc	5.0cc	5.0cc	5.0cc
Acetone	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
2% BaCl ₂	0.5	0.35	0.15	0.1	0.05
H ₂ O	—	0.15	0.35	0.4	0.45
— log T	0.027	0.027	0.036	0.036	0.036

(16)

	1	2	3	4	5
Sample	5.0cc	5.0cc	5.0cc	5.0cc	5.0cc
Acetone	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
2% BaCl ₂	0.5	0.35	0.15	0.1	0.05
H ₂ O	0.5	0.65	0.85	0.9	0.95
— log T	Turbidity	〃	〃	〃	〃

又は醋酸バリウムが如何なる条件に於いて、最もよく沈澱せしむるやを知るために次の如き方法で試験した。鯖煮干よりエーテル抽出法によって採取した油脂を苛性加里アルコール溶液で常法により鹼化し、酸化酸を分取してアセトンに溶解して試料とした。酸化酸の濃度を異にしたもの3種類と、アセトンの濃度を97%(容)、95%(容)の2種の場合について第4表に示す様な割合に、20%醋酸鉛又は20%醋酸バリウム溶液を添加し、酸化酸を沈澱せしめ其上層部溶液を遠心分離して、透明溶液となし色度を測定し其成績を第4表に示した。

第4表の成績に見る如く醋酸鉛による酸化酸の沈澱は、アセトンの濃度が97%(容)よりも95%(容)の場合が、よく酸化酸を沈澱せしめた。醋酸バリウムの場合、アセトンの濃度が97%、95%(容)の場合、殆んど同様に酸化酸を沈澱せしめた。

Table 4. Precipitation of oxydized acid in acetone solution by lead acetate and barium acetate

Sample A shows about 0.05 percent oxydized acid in acetone.

Sample B shows about 0.1 percent oxydized acid in acetone.

Sample C shows about 0.15 percent oxydized acid in acetone.

(1)

	1	2	3	4
Sample A	5.0cc	5.0cc	5.0cc	5.0cc
Acetone	4.7	4.7	4.7	4.7
20% Pb (CH ₃ COO) ₂	0.3	0.2	0.1	0.05
H ₂ O	—	0.1	0.2	0.25
— log T	0.013	0.004	0.004	0.004

(4)

	1	2	3	4
Sample A	5.0cc	5.0cc	5.0cc	5.0cc
Acetone	4.5	4.5	4.5	4.5
20% Ba (CH ₃ COO) ₂	0.3	0.2	0.1	0.05
H ₂ O	0.2	0.3	0.4	0.45
— log T	0	0	0.004	0.009

(2)

	1	2	3	4
Sample A	5.0cc	5.0cc	5.0cc	5.0cc
Acetone	4.7	4.7	4.7	4.7
20% Ba (CH ₃ COO) ₂	0.3	0.2	0.1	0.05
H ₂ O	—	0.1	0.2	0.25
— log T	0.004	0	0.004	Turbidity

(5)

	1	2	3	4
Sample B	5.0cc	5.0cc	5.0cc	5.0cc
Acetone	4.7	4.7	4.7	4.7
20% Pb (CH ₃ COO) ₂	0.3	0.2	0.1	0.05
H ₂ O	—	0.1	0.2	0.25
— log T	0.004	0.004	0.004	0.009

(3)

	1	2	3	4
Sample A	5.0cc	5.0cc	5.0cc	5.0cc
Acetone	4.5	4.5	4.5	4.5
20% Pb (CH ₃ COO) ₂	0.3	0.2	0.1	0.05
H ₂ O	0.2	0.3	0.4	0.45
— log T	0.002	0	0	0.004

(6)

	1	2	3	4
Sample B	5.0cc	5.0cc	5.0cc	5.0cc
Acetone	4.7	4.7	4.7	4.7
20% Ba (CH ₃ COO) ₂	0.3	0.2	0.1	0.05
H ₂ O	—	0.1	0.2	0.25
— log T	0	0.013	0.036	Turbidity

(7)

	1	2	3	4
Sample B	5.0cc	5.0cc	5.0cc	5.0cc
Acetone	4.5	4.5	4.5	4.5
20% Pb (CH ₃ COO) ₂	0.3	0.2	0.1	0.05
H ₂ O	0.2	0.3	0.4	0.45
— log T	0.004	0.004	0.009	0.009

(8)

	1	2	3	4
Sample B	5.0cc	5.0cc	5.0cc	5.0cc
Acetone	4.5	4.5	4.5	4.5
20% Ba (CH ₃ COO) ₂	0.3	0.2	0.1	0.05
H ₂ O	0.2	0.3	0.4	0.45
— log T	0.009	0.009	0.013	Turbidity

(9)

	1	2	3	4
Sample C	5.0cc	5.0cc	5.0cc	5.0cc
Acetone	4.7	4.7	4.7	4.7
20% Pb (CH ₃ COO) ₂	0.3	0.2	0.1	0.05
H ₂ O	—	0.1	0.2	0.25
— log T	0.009	0.009	0.009	0.046

(10)

	1	2	3	4
Sample C	5.0cc	5.0cc	5.0cc	5.0cc
Acetone	4.7	4.7	4.7	4.7
20% Ba (CH ₃ COO) ₂	0.3	0.2	0.1	0.05
H ₂ O	—	0.1	0.2	0.25
— log T	0.027	0.065	Turbidity	Turbidity

(11)

	1	2	3	4
Sample C	5.0cc	5.0cc	5.0cc	5.0cc
Acetone	4.5	4.5	4.5	4.5
20% Pb (CH ₃ COO) ₂	0.3	0.2	0.1	0.05
H ₂ O	0.2	0.3	0.4	0.45
— log T	0.013	0.013	0.016	0.016

(12)

	1	2	3	4
Sample C	5.0cc	5.0cc	5.0cc	5.0cc
Acetone	4.5	4.5	4.5	4.5
20% Ba (CH ₃ COO) ₂	0.3	0.2	0.1	0.05
H ₂ O	0.2	0.3	0.4	0.45
— log T	0.013	0.013	0.194	Turbidity

5. 脂肪酸，酸化酸混合物アセトン溶液に於ける 醋酸バリウム，醋酸鉛による沈澱について

酸化した鰯油より常法により分離した混合脂肪酸の0.5%アセトン溶液を調製し，常温に於いてアセトンの濃度97% (容)，95% (容) に於ける，醋酸バリウム又は醋酸鉛による呈色物質の沈澱状態を知

るために，第5表に示した様な割合に混合して，上層部溶液をとり前記方法により色度を測定して，其成績を第5表に示した。又煮干鰯普通肉よりエーテルにて抽出した油脂を，アセトンに溶解したものと，之に混合脂肪酸を溶解せしめたものを試料となし，同様に試験して其成績を第5表に示した。

Table 5. Precipitation of coloring matter, in acetone solution
of a mixture of fatty acid and oxydized acid, by
lead acetate and barium acetate

Sample shows 0.5 percent of a mixtre of fatty acids in acetone.

(1)

	1	2	3	4
Sample	5.0cc	5.0cc	5.0cc	5.0cc
Acetone	4.7	4.7	4.7	4.7
10% Pb (CH ₃ COO) ₂	0.3	0.2	0.1	0.05
H ₂ O	—	0.1	0.2	0.25
— log T	0.009	0.009	Turbidity //	

(3)

	1	2	3	4
Sample	5.0cc	5.0cc	5.0cc	5.0cc
Acetone	4.5	4.5	4.5	4.5
10% Pb (CH ₃ COO) ₂	0.3	0.2	0.1	0.05
H ₂ O	0.2	0.3	0.4	0.45
— log T	0.009	0.009	Turbidity //	

(2)

	1	2	3	4
Sample	5.0cc	5.0cc	5.0cc	5.0cc
Acetone	4.7	4.7	4.7	4.7
10% Ba (CH ₃ COO) ₂	0.3	0.2	0.1	0.05
H ₂ O	—	0.1	0.2	0.25
— log T	0.013	0.027	0.036	0.055

(4)

	1	2	3	4
Sample	5.0cc	5.0cc	5.0cc	5.0cc
Acetone	4.5	4.5	4.5	4.5
10% Ba (CH ₃ COO) ₂	0.3	0.2	0.1	0.05
H ₂ O	0.2	0.3	0.4	0.45
— log T	0.004	0.004	0.009	0.022

第5表に見る如く醋酸鉛と醋酸バリウムのアセトン溶液に於ける呈色物質の沈澱状態を比較するに、醋酸鉛は醋酸バリウムよりも良く沈澱せしめ、且つアセトンの濃度は95% (容) の場合が良好であった。本測定法に於いては、95% (容) アセトン溶液中で醋酸鉛を使用することが適当であると考えられる。

6. 油脂、酸化酸混合物のアセトン溶液に於ける 醋酸バリウム、醋酸鉛の酸化酸の沈澱につ いて

本測定方法に於いては、油脂と酸化酸の混合物の

アセトン溶液中より酸化酸の全量が、醋酸バリウム又は醋酸鉛によって沈澱せらるることが望ましいので、酸化酸の分離沈澱に最も適当なるアセトンの濃度及び添加すべき醋酸鉛、醋酸バリウムの適量を知るため次の如き方法によって試験した。

まいわし普通肉のエーテル抽出油脂の殆んど酸化着色を認められざるものをアセトンに溶解して試料とし、此アセトン溶液に酸化酸及び脂肪酸の混合物を溶解した。2種類のアセトン溶液を調製して試料とし、第6表に示す様な割合に、20%醋酸鉛又は醋酸バリウム、及びアセトン、蒸溜水を添加して着色

物質を沈澱せしめ、アセトン溶液の色度を測定して其成績を第6表に示した。又鱈煮干エーテル抽出油脂を、アセトンに溶解した溶液と、此溶液に酸化酸のアセトン溶液を添加した。2種類の試料を調製し

て、前記の如く第7表に示す様な割合に醋酸鉛又は醋酸バリウム等を添加して着色物質を沈澱せしめ、アセトン溶液の色度を測定して其成績を第7表に示した。

Table 6. Precipitation of oxydized acid, in acetone solution of a mixture of fatty acid and oxydized acid, by lead acetate and barium acetate

Sample A shows 1.1 percent acetonic solution of sardine oil.

Sample B shows acetone solution of a mixture of fatty acid and, oxydized acid dissolved in sample A.

(1)

		1	2	3	4
Rate of mixture	Sample	5.0cc	5.0cc	5.0cc	5.0cc
	Acetone	4.7	4.7	4.7	4.7
	20% $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$	0.3	0.2	0.1	0.05
	H_2O	—	0.1	0.2	0.25
Sample B — log T		0.031	0.036	0.036	0.041
Sample A — log T		0.036	0.036	0.031	0.041
		— 0.005	0	0.005	0

(2)

		1	2	3	4
Rate of mixture	Sample	5.0cc	5.0cc	5.0cc	5.0cc
	Acetone	4.5	4.5	4.5	4.5
	20% $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$	0.3	0.2	0.1	0.05
	H_2O	0.2	0.3	0.4	0.45
Sample B — log T		0.022	0.027	0.031	0.036
Sample A — log T		0.022	0.027	0.031	0.036
		0	0	0	0

(3)

		1	2	3	4
Rate	Sample	5.0cc	5.0cc	5.0cc	5.0cc
of	Acetone	4.7	4.7	4.7	4.7
mixture	20% Ba (CH ₃ COO) ₂	0.3	0.2	0.1	0.05
	H ₂ O	—	0.1	0.2	0.25
Sample B — log T		0.046	0.046	0.051	Turbidity
Sample A — log T		0.051	0.051	0.046	0.051
		— 0.005	— 0.005	0.005	

(4)

		1	2	3	4
Rate	Sample	5.0cc	5.0cc	5.0cc	5.0cc
of	Acetone	4.5	4.5	4.5	4.5
mixture	20% Ba (CH ₃ COO) ₂	0.3	0.2	0.1	0.005
	H ₂ O	0.2	0.3	0.4	0.45
Sample B — log T		0.036	0.036	0.036	0.041
Sample A — log T		0.036	0.036	0.036	0.041
		0	0	0	0

Table 7. Precipitation of oxydized acid in acetone solution of
a mixture of oil and oxydized acid by lead acetate
and barium acetate

Sample A shows 1.7 percent solution of oil with acetone which is
extracted by ethylether from boiled, dried mackerel.

Sample B shows acetone solution of oxydized acid dissolved in
sample A.

(1)

		1	2	3	4
Rate	Sample	5.0cc	5.0cc	5.0cc	5.0cc
of	Acetone	4.7	4.7	4.7	4.7
mixture	20% Pb (CH ₃ COO) ₂	0.3	0.2	0.1	0.05
	H ₂ O	—	0.1	0.2	0.25
Sample B — log T		0.060	0.060	0.065	0.096
Sample A — log T		0.060	0.055	0.065	0.081
		0	0.005	0	0.015

(2)

		1	2	3	4
Rate of mixture	Sample	5.0cc	5.0cc	5.0cc	5.0cc
	Acetone	4.5	4.5	4.5	4.5
	20% Pb (CH ₃ COO) ₂	0.3	0.2	0.1	0.05
	H ₂ O	0.2	0.3	0.4	0.45
Sample B — log T		0.046	0.046	0.046	0.060
Sample A — log T		0.046	0.046	0.046	0.051
		0	0	0	0.009

(3)

		1	2	3	4
Rate of mixture	Sample	5.0cc	5.0cc	5.0cc	5.0cc
	Acetone	4.7	4.7	4.7	4.7
	20% Ba (CH ₃ COO) ₂	0.3	0.2	0.1	0.05
	H ₂ O	—	0.1	0.2	0.25
Sample B — log T		0.113	0.113	0.125	0.155
Sample A — log T		0.102	0.097	0.097	0.113
		0.011	0.016	0.028	0.042

(4)

		1	2	3	4
Rate of mixture	Sample	5.0cc	5.0cc	5.0cc	5.0cc
	Acetone	4.5	4.5	4.5	4.5
	20% Ba (CH ₃ COO) ₂	0.3	0.2	0.1	0.05
	H ₂ O	0.2	0.3	0.4	0.45
Sample B — log T		0.076	0.076	0.076	0.076
Sample A — log T		0.065	0.065	0.065	0.065
		0.011	0.011	0.011	0.011

本実験の範囲内に於いて、第6表に見る如く95% (容) 又は97%アセトン溶液に於いて、20%の醋酸鉛又は醋酸バリウムによって、新鮮な油脂に添加した酸化酸は、全量沈澱せらるることを認められた。又酸化せられた油脂のアセトン溶液に酸化酸を添加

した場合は、第7表に見る如く醋酸バリウムよりも醋酸鉛を添加した場合が良好であって、アセトンの濃度は、97% (容) よりも95%の場合が酸化酸を良く沈澱せしむることを認めた。本測定方法に於いては、醋酸鉛を使用することが適当と思考せらるる。

7. 油脂のアセトン溶液に20%醋酸鉛溶液を分割添加したときの呈色物質の沈澱について

油脂のアセトン溶液に、20%醋酸鉛を過剰に添加し、更に順次添加するとき、各回に互り呈色物質を沈澱するときは、本測定方法に於いては好ましからざるため、此点を明らかにするため次の如き方法で試験した。

鱈煮干エーテル抽出油の3%及び5%のアセトン溶液を調製し、各々のアセトン溶液29ccに先づ第1回20%醋酸鉛1.0ccを添加し、呈色物質を沈澱せしめ、其溶液の色度（Ⅰ）を測定し、其溶液20.0ccに19.0ccのアセトンを添加し、20%醋酸鉛1.0ccを添加し、呈色物質を沈澱せしめ、其溶液の色度（Ⅱ）を測定し、此溶液20.0ccに19.0ccのアセトンを添加し、更に20%醋酸鉛1.0ccを添加して呈色物質を沈澱せしめ、其溶液の色度（Ⅲ）を測定し其成績を第8表に示した。

Table 8. Precipitation of coloring matter of oil in acetone solution, by adding to it, in installments, twenty percent solution of lead acetate

Sample A shows 3 percent acetonie solution of oil.

Sample B shows 1.5 percent acetonie solution of oil.

Kind of sample	Optical density	
	A	B
Ⅰ	0.201	0.086
Ⅱ	0.096	0.041
Ⅲ	0.051	0.022

第8表に見る如くアセトン溶液の色度は稀釈に比例して減少し、第1回の過剰の20%醋酸鉛の添加によって、醋酸鉛によって沈澱せらるる呈色物質は、殆んど全量沈澱せらるることを認めた。

8. 油脂のアセトン溶液に於て醋酸鉛、醋酸バリウムによつて沈澱析出せざる呈色物質をSフイルター43を使用し測定した場合の色調の変化について

本測定方法に於いては、醋酸鉛溶液を添加して醋酸鉛によって沈澱せらるる呈色物質を除去し、更に色度を測定し、此色度の差の大小により判定するため、各々の溶液の色調が濃度に比例して増減せらるることが望ましいので、醋酸鉛又は醋酸バリウムによって沈澱せられざる呈色物質が、油脂の濃度に比例し増減するやを知るため次の如き方法で試験した。

煮干鱈肉のエーテル抽出油脂をアセトンに溶解した溶液（2%）50ccに、20%醋酸鉛又は20%醋酸バリウムを各々1ccを攪拌しつつ一滴づつ添加して呈色物質を沈澱せしめたる後、無水濾紙で濾過し、透明な溶液を調製して各々の試料とし、第9表に示した様な割合にアセトンで稀釈し、各々の溶液の色度を測定し濃度を算出して其成績を第9表に示した。

第9表の成績に見る如く鉛又はバリウムの醋酸塩によって沈澱せられざる呈色物質も亦Sフイルター43で測定した色度の変化は、油脂の濃度に比例して増減することを認めた。

9. 煮干のエーテル抽出油脂のアセトン溶液を加熱したときの色度の変化

油脂のアセトン溶液を濃縮等の処理を行う場合、加熱によって呈色物質其ものの変化又は微量のアセトン可溶性不純物等の作用により呈色物質が変化し色調の濃度に差異を生ずるときは、呈色物質の濃度を色度によって測定する場合加熱することは、好ましからざるため、此点を明らかにするため次の如き方法で試験した。

煮干よりエーテルで抽出した油脂を一定量のアセトンに溶解し、アセトンが沸騰する温度即ち湯煎の温度を70°Cとし、逆流冷却器を附し、一定時間点沸し、一定量を取り出して其色度を測定し其成績を第10表に示した。

第10表の成績に見る如く本実験の範囲内に於いて煮干のエーテル抽出油脂のアセトン溶液を加熱するときは、順次其色調の濃度を増加することを認めた。即ちアセトン溶液は、加熱せざる様処理することが望ましい。

Ⅳ 総 括

前述記載の簡易油焼測定方法の可否を吟味するため、本法実施に当り必要な条件と思考せらるる、二、三の性状につき試験し、本研究の範囲内に於て次の如き諸点を明らかにし、本簡易測定方法が一定

Table 9. Change of color, of oil not precipitable in acetone solution, by lead acetate and barium acetate

Sample A shows acetone solution in oil which is extracted by ethylether from boiled, dried mackerel, and from which precipitated lead is removed.

Sample B shows acetone solution in oil which is extracted by ethylether from boiled, dried mackerel, and from which precipitated barium is removed.

No	1	2	3	4	5	6	7
Rate of mixture							
Sample	5.0cc	4.0cc	3.0cc	2.0cc	1.0cc	0.5cc	0.1cc
Acetone	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	9.5	9.9
Sample A — log T	0.097	0.081	0.060	0.041	0.018	0.004	0
Sample B — log T	0.119	0.097	0.071	0.046	0.022	0.009	0

Table 10. Change of color in discoloration of oil in acetone solution by heating

Sample A shows 1 percent solution of oil with acetone which is extracted by ethylether from hide of boiled, dried mackerel.

Sample B shows 1 percent solution of oil with acetone which is extracted by ethylether from ordinary muscle of boiled, dried mackerel.

Sample C shows 1 percent solution of oil with acetone which is extracted by ethylether from dark-colored muscle boiled, dried mackerel.

Hours heated at 70°C	Kind of sample	Optical density		
		A	B	C
0		0.207	0.096	0.678
1		0.259	0.096	0.796
2		0.301	0.097	0.824
4		0.347	0.102	0.886
6		0.377	0.110	0.921
9		0.388	0.110	—

の条件下に於て使用し得ることを認めた。

1. 煮干鰯等の乾製品のエーテル抽出油脂のアセトン溶液の色調及び此アセトン溶液に醋酸鉛溶液を添加し、沈澱せられざる呈色物質の色調は、共にアセトンで稀釈するとき、其色調即ち S フィルター 43 を用い、光電管比色計で測定した $-\log T$ の値は、ア

セトンの稀釈に比例して減少する。

2. 煮干鰯等の乾製品のエーテル抽出油脂のアセトン溶液に酸化酸を混溶し、醋酸鉛溶液を添加するとき、其酸化酸は一定条件下に於いて沈澱せらるる。

文 献

- 1) 増田 与; 西水研報告, 12.43 (1958)

煉製品の原料魚に関する研究

Ⅱ 底魚筋肉の膨潤について

篠 山 茂 行

Studies on the Staple Fish for Meat Jellies

Ⅱ Swelling of Skeletal Muscle of Bottom Fish

By

Shigeyuki SASAYAMA

西海区水産研究所業績第135号

(昭和36年2月25日受理)

Introduction and Summary

The swelling of muscle in the various kind of fish was observed by immersing it in acid (HCl), alkaline (NaOH) or buffer (Na₂-Citrate, Na₂B₄O₇) solution.

The degree of swelling was expressed by volume percentage of the sedimentary part centrifugation of the homogenate having different pH values, and otherwise, it was expressed by weight variation of a muscle piece after immersing it in acid or alkaline solution.

The results are summarized as follows:

1. The solubility of muscle protein in fresh fish was larger than that in non-fresh fish.
2. When fish muscle was immersed in the solution, the degree of swelling changed with the buffering capacity of the solution.
3. In respect to the degree of swelling and viscosity of protein solution after centrifugation, special differences were found among some kinds of fish. Namely, in case of bottom fish (*Nibea argentata*) and rock fish (*Siganus fur-*

cescens), those of the former were higher on the alkaline side of isoelectric point than those of the latter.

4. When the skeletal muscle was immersed in HCl or NaCl solution, pH value of the solution varied greatly with decreasing volume of the solution, but in case of immersing in buffer mixture, a larger variation was not found.

Therefore, buffer action of skeletal muscle and ionic strength of the solution might have been very influential upon the swelling of muscle.

And, when salt (NaCl) was added to the solution, swelling was suppressed on the acid side, while, it was enlarged on the alkaline side.

5. The phase of swelling of lizard-fish (*Saurida argyrophanes*) changed remarkably after death. However, that of white croaker (*Nibea argentata*) did not change even after death. Namely, in case of the muscle stored at $2 \pm 1^\circ\text{C}$, the former increased in short time, while the latter did not change for rather a long time.

緒

言

前報¹⁾で筋肉の熱凝固性蛋白質およびエネルギー代謝に関する筋肉の乳酸、グリコーゲンなどの消長について報告したが、特にエソ肉とグチ肉は両者の間に、その明かな相異点のあることを認めた。その相異点は熱凝固性蛋白質量と代謝成分の量的変動とから魚の運動性によるものと考えられ、それがかまひに形成能に相異を生ずる起因であることを推論した。

本報では肉類の膨潤について得た結果を報告する。膨潤は肉蛋白質の特性を知らんとする手懸りで

あるが、この場合肉蛋白質の膨潤に影響を及ぼすものはPHである。従って魚肉の膨潤は原肉の鮮度、PH領域に属する酸、アルカリ溶液の種類あるいは塩類の存在によってその様相を異にする。本実験は肉の膨潤に対するこれらの影響を明かにすると共に特にエソ肉とグチ肉の膨潤現象について研究し両者の様相の差異から、それが練製品原料魚としての特性を示す要因の一部であることを認めた。以下に実験の結果を報告する。

実 験

の 部

A 肉蛋白質の溶解性

魚肉の膨潤現象は、その蛋白質の溶解の過程と云

ってよい。そこで先づ肉の溶解性を活魚と冷蔵魚について比較実験した。

試料は沿岸漁場で小型底曳船によって漁獲したカレイ (*Limanda yokohama*) 体長24cm, マダイ (*Chrysophrys major*) 体長22cm, およびクロダイ (*Mylio macrocephalus*) 体長23cm) を用いた。実験方法は, 脊肉(血合肉を除く)を2倍量の水で Waring Blendor にて細切し, この10gを沈澱管に入れ, HCl で調節した PH1.80~6.40の酸溶液, NaOH で調節した PH6.80~9.80のアルカリ溶液をそれぞれ40g加え均一に混和し $2 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ の定温に20時間静置後, 遠心分離(3000r. p. m. 10分間)し上層液を秤量し, 次式により溶解度を求めた。

$$\text{溶解度}\% = \frac{\text{上層液の重量}}{\text{全重量}} \times 100 \quad \text{この場合細切}$$

肉10gは原肉3.33gに相当するから, 沈澱の重量変化又は沈澱の容積変化から膨潤度としてあらわすことも出来る。

実験結果によると HCl および NaOH 溶液に対する筋肉の溶解性は, 刺殺直後のカレイ, マダイはPH2.2に於て上層液は透明, PH2.8~3.2で半透明, PH3.8~9.0で不透明を呈し, クロダイは上層液が半透明を与える PH 域が前者に較べて2.8~4.0とわずかに広い。これが125時間, $2 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ で経過したカレイ, クロダイは, PH1.8~9.8で上層液は半透明, 沈澱は流動性を呈し, マダイに於てはPH1.8~9.8の全域で上層液は白濁を呈するに至る。

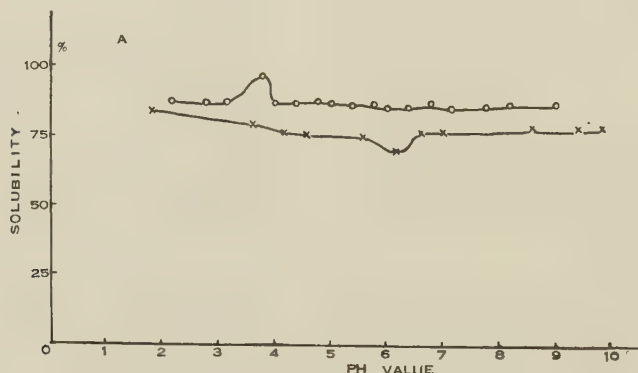


Fig. 1-A. Difference of solubility between fresh and non-fresh muscle of *Limanda yokohama*.
 —○— muscle taken immediately after death.
 —×— refrigerated muscle.

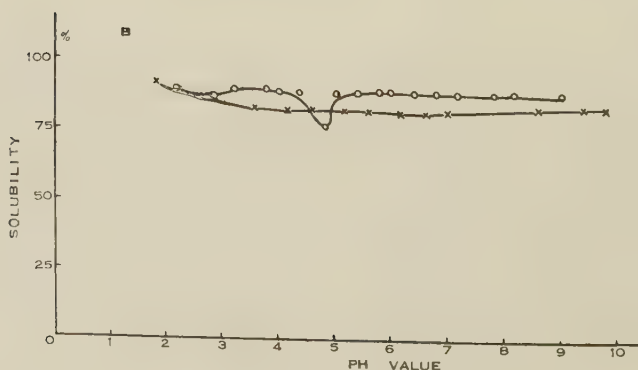


Fig. 1-B. Difference of solubility between fresh muscle and non-fresh muscle of *Chrysophrys major*.
 —○— muscle taken immediately after death.
 —×— refrigerated muscle.

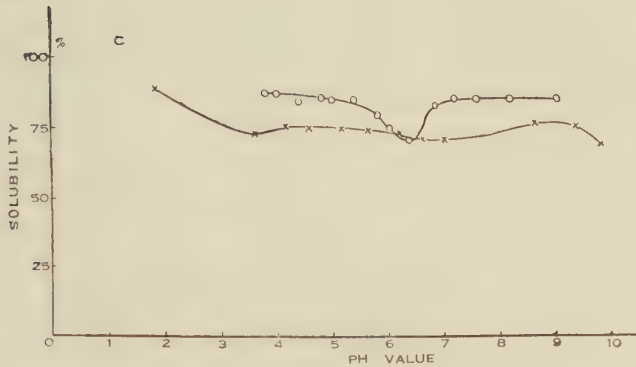


Fig. 1-C. Difference of solubility between muscle and non-fresh muscle of *Mylio macrocephalus*.
 —○— muscle taken immediately after death.
 —×— refrigerated muscle.

筋肉の溶解度は Fig. 1-A, B, C に示してあるが鮮度の低下によって溶解度は減少する。これらの溶解度曲線をそれぞれの魚種について比較すると、カ

レイは死直後のとき PH 3.8 附近で増加を示すに反しマダイは PH 4.8, クロダイは PH 6.4 附近で減少を示す。ところが、125 時間貯蔵した冷蔵肉は、カレ

Table 1. Change of PH value in muscle.

Kinds of fish	Time of storage at $2 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$	
	0 hour	125 hours
<i>Limanda yokohama</i> (karei)	6.2	6.2
<i>Chrysophrys major</i> (madai)	6.0	6.4
<i>Mylio macrocephalus</i> (kurodai)	6.3	6.4

イは PH 6.2 附近に溶解度の最小点がみられるが、マダイ、クロダイに於ては溶解度の変動は殆んどあらわれていない。これらの溶解度最小点の PH 値は Table 1 にある如く筋肉の PH 値に近似していることが判る。

図示した PH は細切肉を加える以前の酸、アルカリ溶液の PH 値であるから、筋肉を混和した後の PH 値は筋肉の PH 値に近づくはずである。従って溶解度曲線の左右の幅は筋肉を混和した後の PH 値からみれば狭くなるが、この溶解度最小点は肉の等電点とみてよからう。

又カレイとタイ類の溶解性の相異は、肉の PH に起因するか、特に生体時に於ける運動性の差異によるものと思われる。すなわち筋肉ミネルギー代謝機構、筋肉組織などの相異に要因があつて、死後の筋

肉の安定度が高い²⁾ことは蛋白質の変性乃至分解が緩慢であらう。従つてタイ類はカレイに比して死直後の代謝成分の消長がはげしいことからタイ類の溶解度最小点は、死直後の筋肉にみられ、カレイの場合は 125 時間経過した冷蔵肉にあらわれるのであらう。この時間的相異から肉蛋白の変性（溶解度の減少）に与える因子は筋肉のグリコーゲン代謝成分などにあらうと推察される。

B 膨潤と粘度

筋肉を酸又はアルカリ溶液中に浸漬すると蛋白質はある PH 域で一部溶解する。本実験は細切肉の場合に於ける HCl および NaOH 溶液に対する膨潤現象と遠心分離によって得られる上層液の粘度について検討した。実験材料は底棲魚；グチ (*Nibea*

argentata) 体長21cm), 洞游魚; マアジ
(*Trachurus japonicus*) 体長18cm), および
瀬付き魚; アイゴ (*Siganus fuscescens*) 体長
19cm) を用いた。尚これらはいずれも死直後 (自
然死) のものである。

実験は脊肉に2倍量の水を加えてWaring Blendor
にて細切後, この 5g を 50cc 目盛付沈澱管に入れ,

50cc の標線まで PH 1.2~12.8 の HCl および NaOH
溶液を加え, 15時間, 2±0.5°C に静置後遠心分離
して沈澱容積 (cc) を読み膨潤率を求めた。

膨潤率 (%) = $\frac{\text{沈澱容積}}{\text{全容積}} \times 100$ 同時に上層液

の粘度を, 20°C の恒温に於て Ostwald 粘度計を用
いて測定した。

Table 2. Change of PH value of HCl or NaOH solution
(When the muscle was added in solution of
various PH value).

<i>Nibea argentata</i> (Guchi)		<i>Siganus fuscescens</i> (Aigo)		<i>Trachurus japonicus</i> (Maaji)	
PH value of muscle ; 6.20		PH value of muscle ; 6.75		PH value of muscle ; 6.00	
PH value		PH value		PH value	
Before immersion	After immersion	Before immersion	After immersion	Before immersion	After immersion
1.2	2.6	0.2	0.5	0.1	0.1
2.2	4.4	0.85	1.1	0.6	1.1
2.6	4.8	1.2	1.3	0.8	1.3
3.2	5.2	1.5	2.0	1.2	2.5
3.8	5.7	2.0	3.8	2.2	4.5
4.2	5.9	2.6	5.8	2.6	4.9
4.6	6.0	3.0	6.65	3.2	5.1
5.2	6.1	3.6	6.7	3.8	5.6
5.6	6.2	4.1	6.7	4.2	5.7
5.8	6.2	4.7	6.7	4.6	5.8
6.0	6.2	5.15	6.7	5.2	5.9
6.4	6.3	5.6	6.7	6.0	6.0
6.8	6.4	6.3	6.72	6.8	6.0
7.2	6.5	6.9	6.75	7.2	6.1
7.8	6.6	7.8	6.75	8.4	6.2
8.4	6.7	8.6	6.80	9.2	6.3
9.2	6.9	9.85	6.85	10.0	6.4
10.0	7.0	10.5	6.95	11.4	6.7
11.4	7.4	11.0	7.3	12.8	11.7
12.8	12.6	12.0	11.85		

用いた HCl および NaOH 溶液の PH 値, 細碎肉
懸濁溶液の遠心分離後の上層液の PH 値は Table 2
の如くで, 図示には上層液の PH 値を用いた。

実験結果によるとシログチは PH 5.2~6.0 で上層
液透明, 沈澱は固く凝固する。これより低い PH 域

および PH 6.1~7.0 では上層液半透明, 沈澱は軟か
く, 更に PH 2.6 および 7.4~12.6 では上層液不透明
となり沈澱を生ぜず 完全な膨潤, すなわち 溶解す
る。アイゴは PH 2.0 附近および 11.85 で最大膨潤点
を示し, PH 1.1 および 3.8~6.9 で白色の固い沈澱を

形成する。又マアジは PH 5.1~6.2 で蛋白は凝固する。これらの最大膨潤点は酸性側では PH 2~4.5 の附近にあって、肉の凝固する PH 域、すなわち最小膨潤点は肉の等電点の PH に相当する。

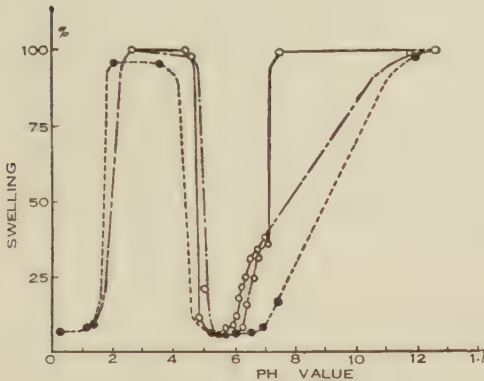


Fig. 2. Influence of PH value on the swelling of homogenized muscle.

—○— *Nibea argenteata*
 -●- *Siganus fuscus*
 -○- *Trachurus japonicus*
 PH : Value of solution after swelling of muscle.

肉の膨潤度は Fig. 2 の如くであるが、この図中、特にグチは PH 7.0 から急激に膨潤が高まり、これと共に PH 7.4 で肉が既に溶解することは他の魚類と性状を異にするところである。PH 7.0 附近よりアルカリ性側で溶解状態を示すことは、グチが他の魚と肉の蛋白質の組成またはアミノ酸組成が異っていることに原因があるのではないかと推察される。

練製品の足の形成は actomyosin にあること、PH をアルカリ側にもって行くと足の強度を増すことなどは摺り身のゲル化に与かる要件であって、膨潤様相にみられるグチ肉の行動は、それかまばこの足を形成するに適合する性質の如くに見える。

一方上層液の比粘度をみても Fig. 3 の如くグチは等電点よりアルカリ側で高い山を示すに反し、アイゴは酸性側で高い山を示し、マアジは両者の中間にある。このような様相からも、グチ肉の練製品原料魚への適合性が窺える。

又底棲魚、回游魚および瀬付き魚（磯魚）に分類した肉蛋白はそれぞれの膨潤度、比粘度から溶解性を異にする性質が窺える。

それは肉の生理的 PH の相異に要因があると思われるが、一方生体時における魚の運動性に関係する

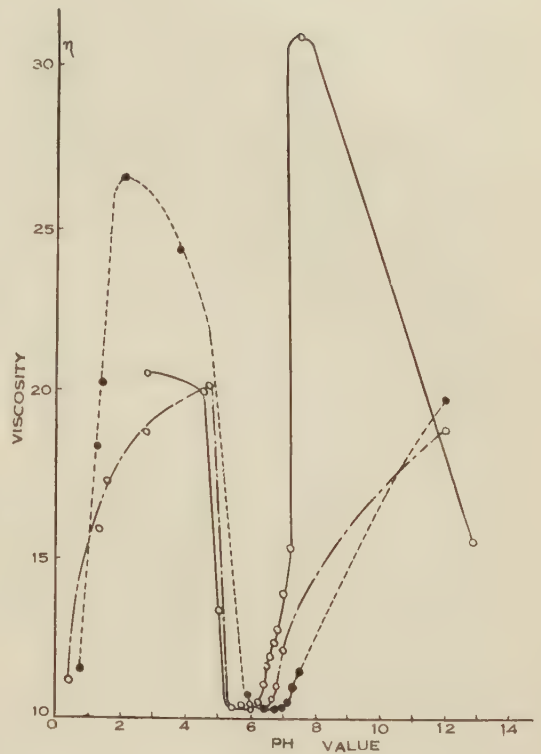


Fig. 3. Specific viscosity of protein solution in mixture of muscle and solution having different PH value after centrifuged.

—○— *Nibea argenteata*
 -●- *Siganus fuscus*
 -○- *Trachurus japonicus*
 PH : Value of solution after swelling of muscle.

のではないかと考えられる。

C 膨潤と溶出窒素量

酸、アルカリ溶液に肉を浸漬すれば、肉の膨潤と共に肉成分の一部は溶液へ溶出する。このことについてヒラアジ (*Caranx equus*) を試料とした実験結果を Fig. 4 (膨潤率) および Fig. 5 (溶出全窒素量) に示す。

実験は脊肉を立方形に分割した約 5g の小片を 200 cc の HCl 溶液および NaOH 溶液に $2 \pm 0.5^\circ \text{C}$ にて 24 時間浸漬し、溶液に浸漬前の原肉重量と浸漬後の肉重量とから膨潤率を求めた。尚溶出全窒素は筋肉浸漬後の溶液について Kjeldhal 法で定量し、肉 100g に対する百分比であらわした。

$$\text{膨潤率(\%)} = \frac{\text{浸漬後の肉重量} - \text{原肉重量}}{\text{原肉重量}} \times 100$$

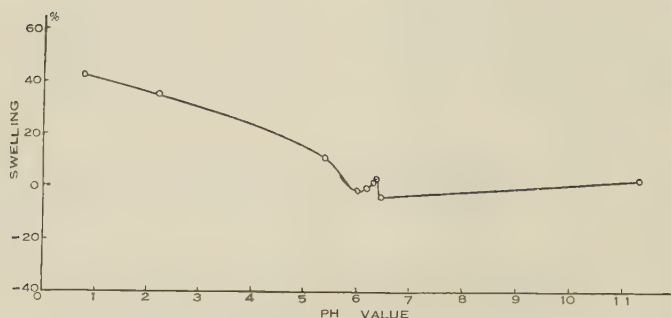


Fig. 4. Swelling of fish muscle (*Caranx equula*) in HCl or NaOH solution.

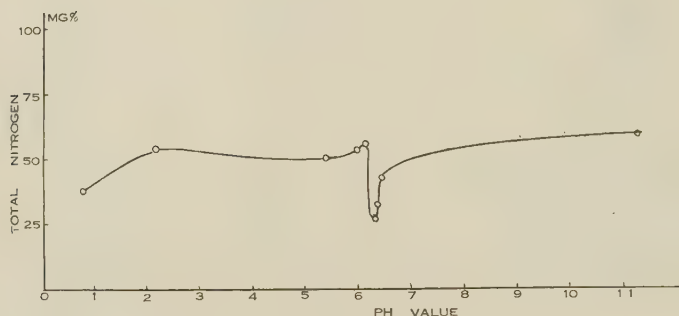


Fig. 5. Effect of PH value upon the swelling and amount of soluble nitrogen in the muscle of *caranx equula*.

結果によるとPH0.75で肉は膨化し、PH5.9~6.2で凝固する。そして酸性側に於てはPHが低くなるにしたがって膨潤度は増加するが、その時の溶出全窒素量は特にはげしい変化はない。筋肉が最大膨潤を示すPH 0.75に於ては溶液中の全窒素量は逆に減少する。又PH 6.40よりアルカリ性側では膨潤度と全窒素量は平行する。PH6.0附近で肉が凝固現象を示す範囲の膨潤曲線と全窒素曲線とは逆比の関係にある。すなわち膨潤度0%附近で溶出全窒素量は最小値を示し、膨潤度が負の数値で示されるPH6.0（酸溶液に於て筋肉のPHによって高められたPH値）およびPH 6.4（アルカリ溶液に於て筋肉のPHによって低下せしめられたPH値）では溶出全窒素量は増加を示す。

肉の膨潤に伴って肉蛋白の一部は溶液へ溶出するが、膨潤曲線と溶出全窒素曲線の両者の関係から筋肉の緩衝能の影響がみられる。

D NaClが肉の膨潤におよぼす影響

HCl 溶液に於ける NaCl と肉の膨潤との関係を

Fig.6 に示した。本実験は前項Cの実験と同じく肉の薄片 (1.5g) を1°Cにて24時間浸漬した。この実験に肉の薄片を用いた理由は、液に NaCl が存在するとき例えば NaCl を3%含有する HCl 溶液の場合、細切肉（グチの肉重量の2倍量の水で細切した肉）重量：液量が1：4のとき原液 PH 2.85~9.1の範囲は肉が溶解し、しかも3000r. p. m.の遠心分離では沈澱を生じないからである。

ヒラアジ（肉のPH6.80）を実験試料とした結果は、HCl 溶液中の NaCl の濃度が1%程度まではPH 1.5附近に一般にみられる極大膨潤点があるが、NaClの濃度が3%以上となれば肉は膨潤することなく逆に凝固を示す。PH 3附近より6.5附近に至る間ではNaCl 1%は肉の膨潤を抑制し、3~5%はそれを助長せしめる。

この実験結果から注意すべきところは、NaCl を含まない肉の膨潤曲線が、前記C実験の膨潤曲線と少しく様相を異にすることである。即ち浸漬時間、および浸漬温度を同じくしても、用いる肉片の大きさ

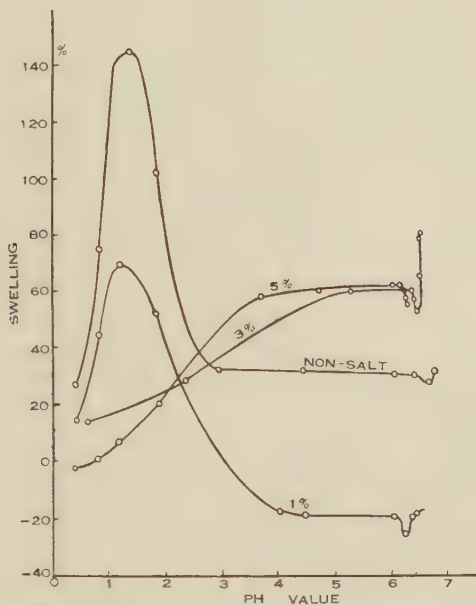


Fig. 6. Influence of NaCl upon the swelling in HCl solution of *caranx equula* muscle.

が異なることによって膨潤度に差異を生ずる。従って肉重量と溶液容量との量比の相異は溶液のPHに移動を生じ、肉の膨潤度を変動せしめることが判る。

従って肉の膨潤性をみるときは、肉片の形、溶液容量を規定しなければならない。

3%のNaClを含むときPH 6.4附近まで直線的に膨潤度が上昇することは、肉蛋白質の溶解に関する既往の研究と一致するところであって、かまほこの摺り身を3%程度のNaClをもって製する理由も蛋白質の溶解度を最大とならしめることに他ならない。

E 溶液の容量如何がPH、膨潤におよぼす影響

前実験で魚肉の膨潤は溶液の容量に影響されることが判った。これについて調べてみると、PH領域の両端では肉の浸漬によっておこる溶液のPH値の変動は小さいが、中性附近ではその変動は大きい。又浸漬液の容量が肉の重量に対してその比率が大である程PH値の変動は小となる。すなわち肉の緩衝作用が指摘される。ここでHCl溶液、NaOH溶液、クエン酸および硼砂緩衝液を用いた実験を示す。

a HCl 溶液の場合

キントキダイ(*Priacanthus macracanthus*)の脊

肉を約1gの立方形に分割し、PH 0.45~6.05のHCl溶液に1°Cにて24時間浸漬した。このときの溶液容量は25cc, 50cc, 100ccおよび250ccとし、それぞれの容量に対して肉片1個を浸漬した。この場合魚体部位の誤差を勘案し5個の肉片についてそれぞれ測定し、結果の指示にはそれらの平均値をもってあらわした。膨潤率の測定法は重量変化により、PHの測定は凡てガラス電極PHメーターを用いた。なお図には肉を浸漬後の溶液のPH値で示した。以下の実験方法はこれと同様である。

結果をTable 3, Fig. 7および8に示した。肉の浸漬によっておこる溶液のPHの移動は、液容量が増す程その移動範囲は小さい。そして肉の膨潤度はFig. 8の如くPH 1.50附近で最大点、PH 3, 2~4, 9の間に最小点がみられる。この最大および最小膨潤点は、液容量が25ccと50ccなるものと100ccと250ccなるものとの2つに分けてみることが出来る。すなわち最大膨潤点に於てはPH 1.50で容量50倍は25倍より、250倍は100倍より高い膨潤度を示す。一方最小膨潤点に於ては容量の少ない25倍と50倍はそれの多い100倍と250倍より最小点が低く、しかも2つの区分の中で容量の大なる方が低いPH値を示す。

すなわち容量如何が、溶液のPHを移動せしめ、更に肉の膨潤を変動せしめる原因である。従って肉を浸漬した後の溶液のPH値が同一であっても、それが低いPHの多量の溶液を用いた場合と高いPHの少量の溶液を用いた場合では肉の膨潤度を異にする。

以上の結果が示す如く容量と肉の膨潤度とは平行せず肉重量に対する液容量が50倍と100倍を界として2つに区分されるが、これは肉のPH値の相異に起因すると共に緩衝能、滲透圧に基づくものと考えられる。

b NaOH溶液の場合

NaOHで調節したPH 7.55~12.80の溶液を用いキントキダイを試料とした実験結果をTable 4, Fig. 9およびFig. 10に示した。実験方法は前実験と大略同様であるが、試料は全く別個の魚で、又肉の浸漬時間を23時間とした。

Fig. 9に示す如くアルカリ側に於ても溶液のPH値は容量が大なるに従い移動範囲は小さい。このときの肉の膨潤度はPHと平行して上昇し、PH 12附近で最大点を示す。ただその上昇曲線にあるPH域で緩かに傾斜しあるいは谷の曲線がみられる。そして

Table 3. Effect of volume (cc) of HCl solution upon the swelling of *Priacanthus macracanthus* (Kintokidai) muscle.

PH value of HCl solution	After immersion of muscle during 24hrs. at 1°C							
	Variation of PH value of solution				Swelling dgree			
	25cc	50cc	100cc	250cc	25cc	50cc	100cc	250cc
0.45	0.50	0.50	0.50	0.50	6.7	3.8	8.9	11.8
1.00	1.10	1.05	1.00	1.00	78.8	85.2	73.7	114.4
1.50	1.95	1.50	1.50	1.50	13.40	180.2	142.5	150.0
2.10	3.51	2.50	2.10	2.10	10.1	51.1	80.0	84.6
2.60	4.95	3.85	2.70	2.60	-15.7	-15.6	6.7	53.3
3.00	6.08	5.30	4.10	3.20	1.3	- 3.1	- 2.4	- 4.3
3.80	6.50	6.40	5.82	4.60	1.1	7.1	15.2	10.0
4.10	6.65	6.40	6.10	5.50	4.0	13.6	7.1	7.8
5.00	6.75	6.55	6.30	5.90	6.1	12.0	11.0	8.7
6.05	6.80	6.60	6.31	6.20	9.0	11.0	9.8	15.2
PH value of muscle	6.50		6.35					

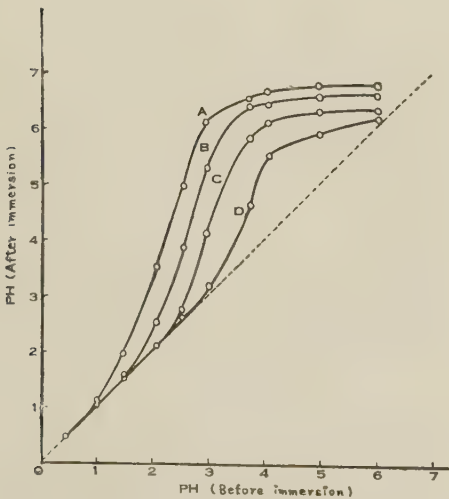


Fig. 7. Variation of PH value of HCl solution after immersion of fish muscle (*Priacanthus macracanthus*).

Curve A ; 25cc
Curve B : 50cc
Curve C ; 100cc
Curve D ; 250cc

Volume
of acid sol. (HCl).

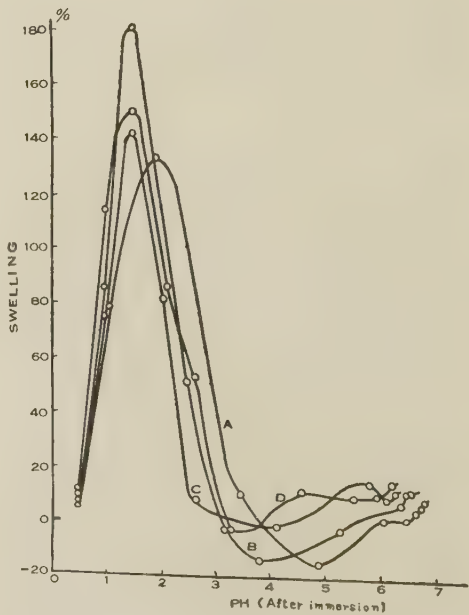


Fig. 8. Degree of swelling of fish muscle on the acids side.

Curve A ; 25cc
Curve B ; 50cc
Curve C ; 100cc
Curve D ; 250cc

Volume
of acid solution(HCl).

Table 4. Effect of volume (cc) of NaOH solution upon the swelling of *Priacanthus macracanthus* (Kintokidai). muscle.

After immersion of muscle during 24 hours at 1°C								
PH value of NaOH solution	Variation of PH value of solution				Swelling degree			
	25cc	50cc	100cc	250cc	25cc	50cc	100cc	25cc
7.55	6.90	7.05	6.75	7.10	4.0	21.2	54.0	28.6
8.30	6.95	7.03	6.85	7.00	14.8	20.0	2.24	36.0
8.85	6.90	6.90	6.90	6.90	5.2	10.9	17.2	38.0
9.10	7.00	7.10	7.10	7.50	15.4	18.2	27.4	42.0
9.90	7.00	7.15	7.25	8.80	14.5	15.4	27.3	70.0
10.40	7.20	7.60	8.15	9.78	11.6	17.3	50.0	110.0
11.15	8.60	7.60	9.90	10.20	49.2	60.8	48.4	70.0
11.70	10.25	11.10	11.12	11.60	52.9	43.8	72.5	78.0
12.15	11.60	11.80	11.93	12.15	87.3	100.0	129.2	145.1
12.80	12.80	12.80	12.80	12.80	53.8	63.6	48.4	34.0
PH value of muscle.	6.80		6.50					

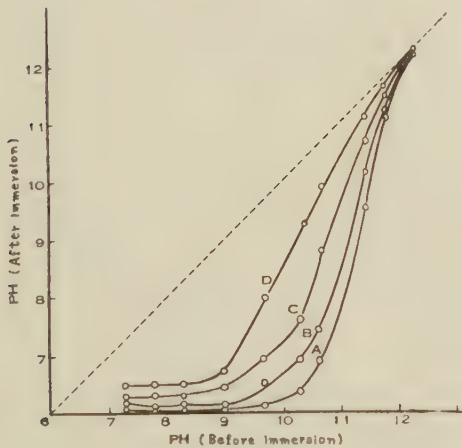


Fig. 9. Variation of PH value of NaOH solution after immersion of fish muscle (*Priacanthus macracanthus*).

Curve A ; 25cc
 Curve B ; 50cc
 Curve C ; 100cc
 Curve D ; 250cc

} Volume of NaOH solution.

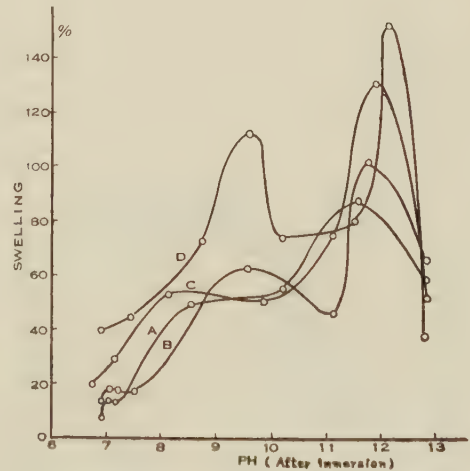


Fig. 10. Degree of swelling of muscle on the alkaline side.

Curve A : 25cc
 Curve B : 50cc
 Curve C : 100cc
 Curve D : 250cc

} Volume of alkaline solution (NaOH).

この谷を挟む両側の上昇点は肉の膨潤様相を異にする。これは肉蛋白組成の変異に基づくものと思われるが、その要因を確認するまでに至っていない。

膨潤曲線にみられる如く液の容量25倍と50倍および100倍と250倍には酸膨潤と同じ傾向の相異点が認められる。すなわち容量の小なるとき肉は低い膨潤度を示し、低いPH域で上昇曲線に段階を示す変異点があられる。又膨潤の最大点に於てはPHと容

量は正比例の関係にあり、PH 7.65~9.10の間ではPHの移動は小さく、膨潤度と容量は平行する。従つてこのPH範囲に於ては膨潤度は安定しているがPH 10.40~12.15では肉の膨潤におよぼす液容量の影響が大である。

c 0.5M の NaCl を含有する HCl 溶液の場合

キントキダイを 試料 とした実験結果を Tabel 5,

Table 5. Effect of volume (cc) of HCl solution containing 0.5M NaCl upon the swelling of *Priacanthus macracanthus* (Kintokidai).

PH value of HCl solution containing 0.5M NaCl	After immersion of muscle during 24hours at 1°C.							
	Variation of PH value of solution				Swelling degree			
	25cc	50cc	100cc	250cc	25cc	50cc	100cc	250cc
0.30	0.38	0.38	0.50	0.30	-27.0	-23.5	-23.6	-26.4
0.60	0.68	0.65	0.60	0.60	-19.8	-17.5	-17.4	-18.8
1.00	1.10	1.05	1.00	1.00	- 9.0	- 6.6	-10.0	- 6.9
1.90	3.00	2.30	2.00	1.95	-16.8	-12.8	-14.4	- 3.9
2.30	4.20	3.35	2.70	2.40	2 .0	0	-10.0	-11.1
2.80	50.0	4.45	3.80	3.10	18.6	16.7	14.8	7.4
3.45	5.50	5.30	5.00	4.40	33.3	42.0	40.9	28.4
4.56	5.70	5.60	5.50	5.40	45.1	55.3	43.7	40.0
5.90	5.75	5.70	5.60	5.60	42.3	55.2	50.0	47.3
6.50	5.78	5.70	5.65	5.70	43.6	57.1	53.3	51.5
PH value of muscle	6.10							

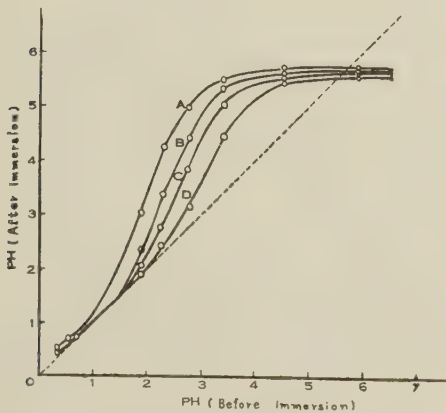


Fig. 11. Variation of PH value of HCl solution containing 0.5M NaCl after immersion of fish muscle (*Priacanthus macracanthus*).
Curve A ; 25cc
Curve B ; 50cc
Curve C ; 100cc
Curve D ; 250cc } Volume of acid solution.

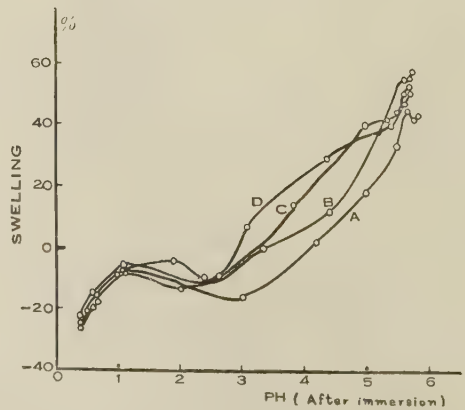


Fig. 12. Degree of swelling of muscle on the acids side (HCl solution containing 0.5M NaCl).
Curve A ; 25cc
Curve B ; 50cc
Curve C ; 100cc
Curve D ; 250cc } Volume of acid solution.

Fig. 11およびFig. 12に示した。この結果によるとP
H1.90~3.50のところ溶液中に蛋白質の白沈が認められ、このPH域で膨潤度は低くなる。用いる浸漬液量の相異に基因する肉浸漬後の溶液のPHおよび肉の膨潤の変動範囲はPH 2.4~3.1のときが最も大きい影響をおよぼし、NaClを含ませHCl溶液の場合に於けるPH 2.2~2.6よりその範囲は少しく高

まる。NaClの存在は肉の酸膨潤を阻止するが、前記aの実験で示した如き液容量が溶液PHを変動せしめる影響を阻止する様子はみられない。

d 0.5MのNaClを含有するNaOH溶液の場合

キントキダイを試料とし、PH7.30~12.30の範囲に於ける実験結果をTable 6, Fig. 13およびFig. 14に

Table 6. Effect of volume (cc) of NaOH solution containing 0.5M NaCl upon the swelling of *Priacanthus macracanthus* (Kintokidai).

PH value of NaOH solution containing 0.5M NaCl	After immersion of muscle during 24 hours at 1°C							
	Variation of PH value of solution				Swelling degree			
	25cc	50cc	100cc	250cc	25cc	50cc	100cc	250cc
7.30	6.10	6.20	6.30	6.50	72.5	60.0	62.3	58.5
7.80	6.00	6.10	6.30	6.50	61.5	64.3	58.8	54.0
8.30	6.05	6.20	6.30	6.50	60.6	58.8	60.8	64.8
9.00	6.00	6.15	6.45	6.70	54.5	54.4	62.0	66.7
9.70	6.10	6.50	6.90	8.00	52.2	64.3	58.3	70.0
10.30	6.35	6.90	7.60	9.25	51.9	66.7	63.3	80.3
10.65	6.90	7.40	8.80	9.90	55.1	76.3	69.4	60.7
11.45	9.50	10.15	10.70	11.10	60.0	64.6	66.7	69.5
11.80	11.15	11.23	11.50	11.60	73.5	80.6	81.8	70.0
12.30	12.20	12.30	12.30	12.30	97.5	90.5	83.3	87.5
PH value of muscle	6.05		6.15					

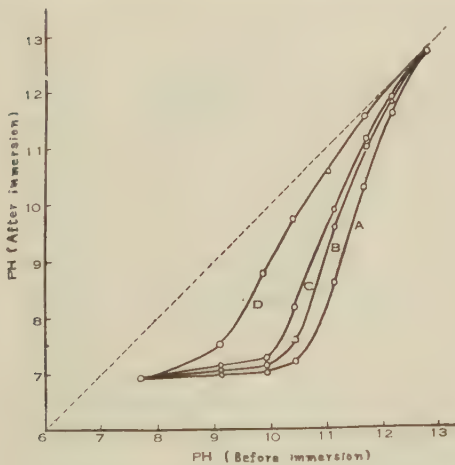


Fig. 13. Variation of PH value of NaOH solution containing 0.5M NaCl after immersion of fish muscle (*Priacanthus macracanthus*).

Curve A ; 25cc
Curve B ; 50cc
Curve C ; 100cc
Curve D ; 250cc

} Volume of solution.

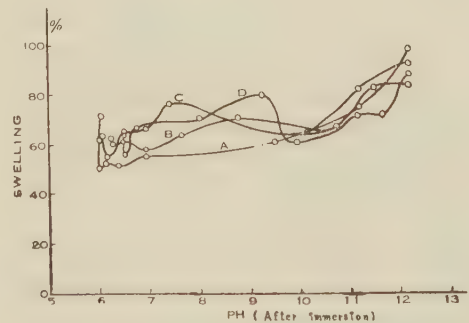


Fig. 14. Degree of swelling of muscle on the alkaline side (NaOH solution containing 0.5M NaCl).

Curve A ; 25cc
Curve B ; 50cc
Curve C ; 100cc
Curve D ; 250cc

} Volume of alkaline solution.

示した。

この結果をみると溶液容量がPHおよび膨潤度に大きく変動を与えるPH範囲は10.30~10.65であつて、NaClを含まぬ場合のPH範囲10.40~11.15と比較して、その範囲は狭められている。

アルカリ性側に於ては、NaClの存在によって肉の膨潤は促進され、且つ肉の膨潤に対する溶液容量の影響を小さくする。

e 酸性緩衝溶液の場合

$n/10-HCl+m/10-Na_2Citrate$ (PH 1.30~4.30) および $n/10-NaOH+m/10-Na_2Citrate$ (PH 4.80~6.20) の緩衝溶液を用い、クロダイ (筋肉のPH 6.35) を試料とした。

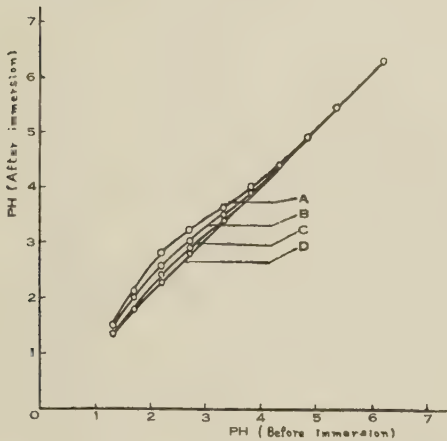


Fig. 15. Variation of PH value of buffer solution ($n/10 HCl-m/10 Na_2Citrate$, $n/10 NaOH-m/10 Na_2Citrate$) after immersion of fish muscle (*Mylio macrocephalus*).

Curve A ; 25cc }
Curve B ; 50cc } Volume of buffer solution.
Curve C ; 100cc }
Curve D ; 250cc }

Weight of muscle : about 1g.

PH value of muscle : 6.35

Time and temp. of immersion : 24 hours, 1°C.

魚肉浸漬後の溶液PHはFig.15に示す如くPH 2.10~2.40で移動がみられ、この領域に於ける肉の膨潤度はFig.16にある如く最大膨潤点を示す。この点に於ける肉は透明を呈し且つ溶液中に蛋白の凝固性沈澱を生ずる。PH 2.70より高まると肉は白色に変じ、溶液は白濁又は沈澱を生じ、PH 6.20に至ると

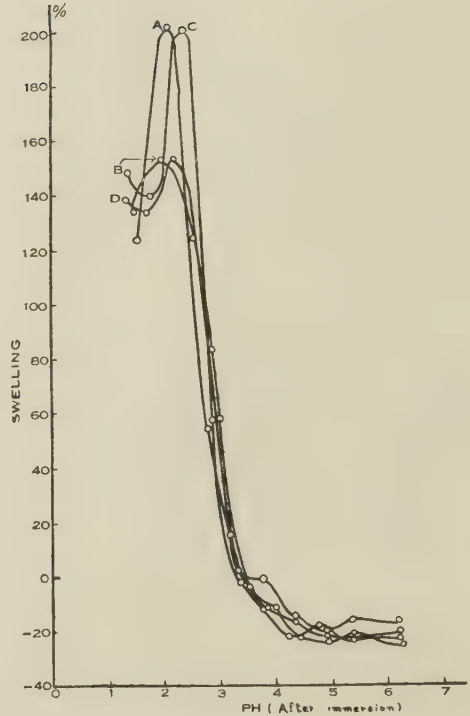


Fig. 16. Degree of swelling of muscle on the acid side of buffer solution.

Curve A : 25cc }
Curve B : 50cc } Volume of buffer solution.
Curve C : 100cc }
Curve D : 250cc }

肉は半透明になり、溶液は清明となる。

緩衝溶液の場合に於ても最大膨潤点で、溶液容量の多少が膨潤度を異にする現象がみられる。すなわち容量100ccと250ccはPH1.70附近で小さな減少点が見られ、一方容量25ccと50ccは上の如き減少点が見られない。そして最大膨潤点に於ては25倍容量は50倍より、100倍容量は250倍より高い膨潤度を示す。しかも最大点に於ける25倍容量と100倍容量、50倍容量と250倍容量はそれぞれ同一の膨潤度を与える、

以上の如くHCl溶液およびクエン酸緩衝液に於ける肉の膨潤最大点で、溶液容量の多少が膨潤度を規則的に変動せしめることを観察した。これは滲透圧現象とみられる。しかし本実験は魚肉全体を用いているので、単一の肉蛋白質でないから、滲透圧のみによるとは必ずしも云えない様である。

f アルカリ性緩衝液の場合

0.05M $Na_2B_4O_7+n/10-HCl$ (PH 7.45~8.70)

および $0.05M Na_2B_4O_7 + n/10 - NaOH$ (PH 9.30 ~ 12.20) の緩衝溶液を用い、カナガシラ (*Lepidotrigla microptera*) 肉の PH 6.30) を試料とした。

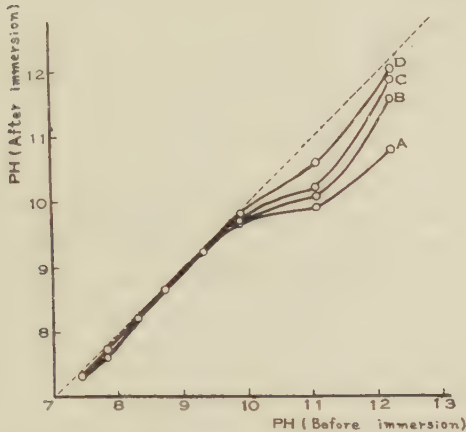


Fig. 17. Variation of PH value of buffer solution ($0.05M Na_2B_4O_7 - n/10 HCl$, $0.05M Na_2B_4O_7 - n/10 NaOH$) after immersion of fish muscle (*Lepidotrigla microptera*)

Curve A : 25cc
Curve B : 50cc
Curve C : 100cc
Curve D : 250cc
Volume of buffer solution.
Weight of muscle : 1g.
PH value of muscle : 6.30
Time and temp. of immersion : 24 hours.
2°C.

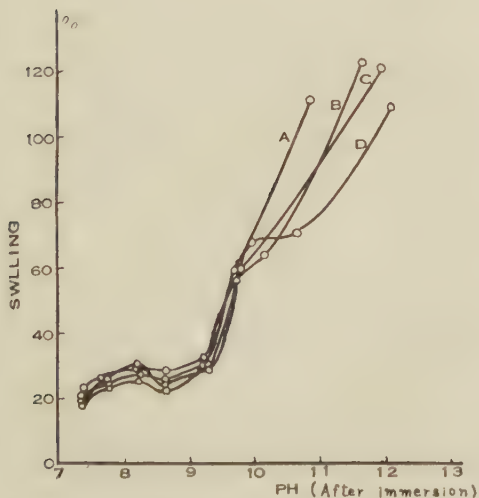


Fig. 18. Degree of swelling of muscle on the alkaline side of buffer solution.

Curve A : 25cc
Curve B : 50cc
Curve C : 100cc
Curve D : 250cc
Volume of buffer solution.

実験結果は Fig. 17 および Fig. 18 の如くであって PH 11.05 附近で溶液 PH の移動がみられ、肉の膨潤度は増大する。

緩衝溶液の場合でも、肉の膨潤におよぼす容量の影響がわずかにみられる。そして酸性側およびアルカリ性側の両端で肉の緩衝作用が強くあらわれる。

今までの実験結果が示す如く、魚肉の膨潤は酸性側、塩基性側に於て、その種類、塩類の存否によって性状を異にする。特に肉の PH に関係する 6.5 附近の溶液の PH 値 (肉浸漬前、後の PH) と肉の PH との関係、又最大膨潤点あるいは最小膨潤点に於ける溶液容量と肉の膨潤との関係は注目されることである。本実験は肉をそのまま用いているので蛋白質の他諸種の成分を含んでおり、しかも測定には肉のブロックを用いたので、これらの膨潤現象を浸透圧現象から説明するにはなお検討を要するし、諸種の成分を分離してみなければ以上の現象を解明することは出来ない。しかし魚肉の膨潤現象は肉蛋白質の水和性、肉の緩衝能と極めて密接な関係にあることが示唆される。

一例として魚肉の緩衝能についてみると、Fig. 19 - A および B の如くである。本実験はキジハタ (*Epinephelus akaara*) 肉の PH 7.10)、カナガシラ (*Lepidotrigla microptera*) 肉の PH 6.35)、イボダイ (*Psenopsis anomala*) 肉の PH, A ; 6.40, B ; 6.55) を試料とし、肉を10倍量の水で細切して懸濁液をつくり、その30ccについて任意に調整した HCl 溶液、NaOH 溶液等で滴定し、溶液の PH を示すまでに要する CC 数を求めて滴定曲線を画いたものであるが、これらの曲線から肉の緩衝作用がみられ、特にその緩衝能はエキス成分に関与することが推察される。

F マエソおよびシログチの 鮮度低下に伴う膨潤様相の変化

試料に用いたマエソ (*Saurida argyrophanes*) 体長23cm) は魚獲後6~10時間、シログチ (*Nibea argentata*) 体長22cm) は2日間経過し、その間水蔵しておいたものである。実験方法は脊肉1gを3%の NaCl を含有する HCl および NaOH 溶液 (PH 範囲 0.60~9.10) 50cc 中に浸漬し、1°C にて24時間静置した。膨潤度の測定は重量変化によって行った。測定は試料を実験室に運んで直ちに行い、その時を図表上 0 日とし、以後魚の種類別にビニールに包んで $2 \pm 1^\circ C$ の冷蔵庫に保存した。尚同一魚体から順

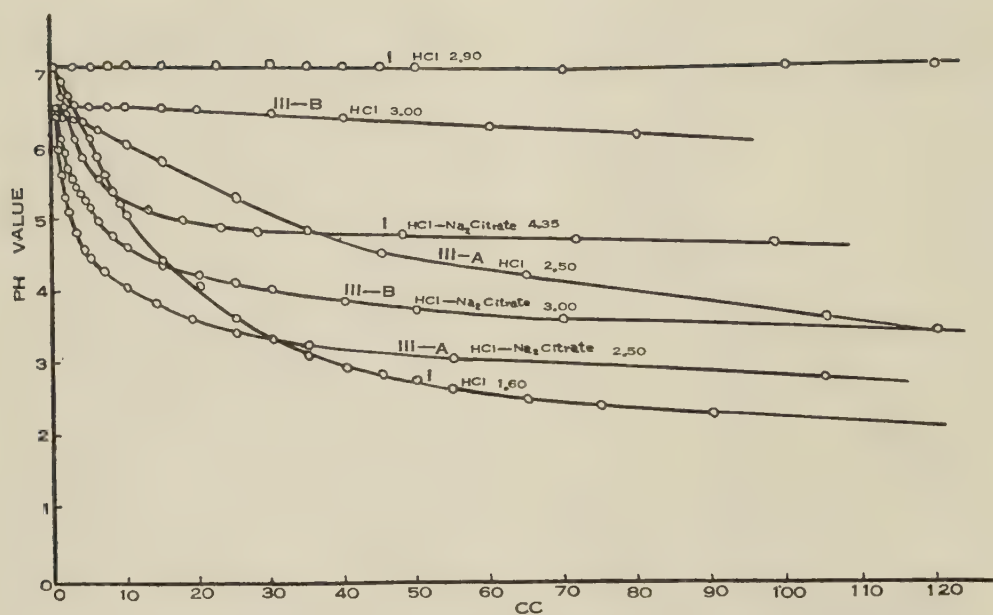


Fig. 19-A Titration curves on the acid side of various muscle of fish.

Arabic figures of curve show PH value of solution.

I : *Epinephelus akaara*—PH value of muscle. 7.10

II-A : *Psenopsis anomala*—PH value of muscle. 6.40

III-B : " " —PH value of muscle. 6.55

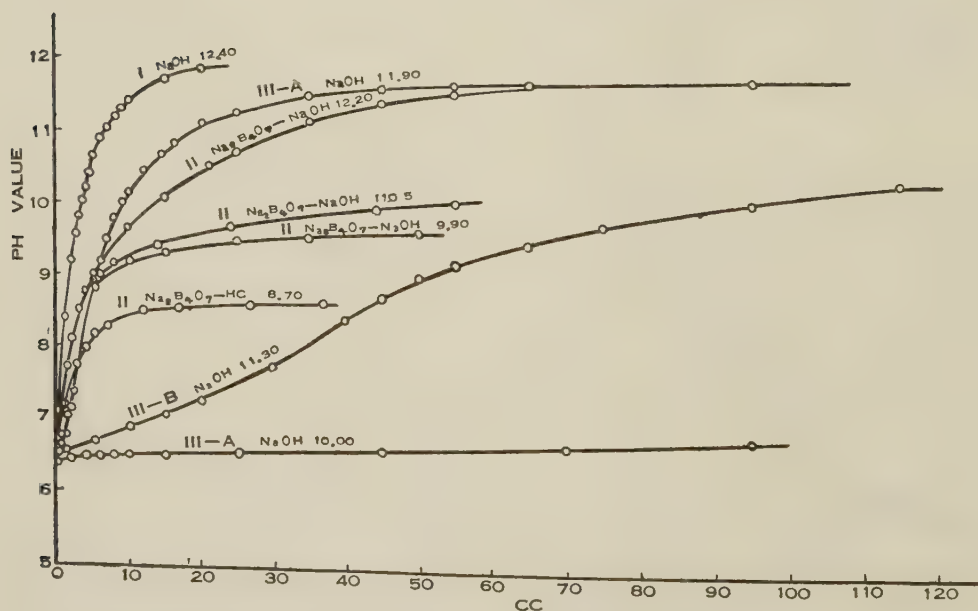


Fig. 19-B Titration curves on the alkaline side of various muscle of fish.

Arabic figures of curve show PH value of solution.

I : *Epinephelus akaara*—PH value of muscle. 7.10

II : *Lepidotrigla microptera*—PH value of muscle. 6.35

III-A : *Psenopsis anomala*—PH value of muscle. 6.40

III-B : " " —PH value of muscle. 6.55

次に採肉することは、部位差を生じ且つ測定に必要な肉量を採ることが出来ないので、各回の測定には別個の魚体を用いた。従って試料は全て同一体長、

同一体重のものおよび鮮度は勿論のこと性別をも規定する如くに努めた。

魚体の保存中に於ける肉の PH 値、揮発性塩基窒

Table 7. Changes of quality of muscle during the storage at $2\pm 1^{\circ}\text{C}$.

Quality	Kind of fish	Days of storage			
		0	4	7	11
PH Value	S*	6.40	6.35	6.70	6.90
	N**	6.70	7.10	7.7.	8.20
Volatil basic nitrogen(mg%)	S	—	16.95	18.01	26.55
	N	—	—	47.67	91.40
Water content (%)	S	—	78.36	80.29	79.92
	N	—	79.03	80.69	79.46

Note * S ; *Saurida argyrophanes* (Maeso)

** N : *Nibea argentata* (Shiroguchi)

Table 8. Changes of PH value of solution and degree of swelling of fish muscle.

Kinds of fish	PH	Change of PH value				Swelling degree			
		0 day	4 days	7 days	11 days	0 day	4 days	7 days	11 days
<i>Saurida argyrophanes</i> (Maeso)	0.60	0.70	0.60	0.75	0.70	-12.8	-12.8	-17.3	-13.0
	1.80	2.02	2.51	2.30	2.40	9.3	1.8	0	9.0
	2.85	5.39	5.30	5.60	5.80	52.5	81.5	67.9	62.0
	3.75	5.95	5.90	6.20	6.32	51.2	94.7	71.4	70.2
	4.69	6.10	6.00	6.30	6.40	48.4	89.7	69.4	79.5
	5.95	6.20	6.03	6.35	6.49	60.3	80.0	72.0	90.5
	6.40	6.30	6.11	6.40	6.55	36.7	102.8	71.0	81.3
	7.10	6.40	6.55	6.65	6.70	60.9	85.4	90.7	78.8
	8.55	6.45	6.45	6.70	6.60	60.0	86.3	93.6	80.0
	9.10	6.38	6.40	6.80	6.71	51.8	110.4	85.6	100.6
<i>Nibea argentata</i> (Shiroguchi)	0.60	0.80	0.60	0.80	0.70	-11.8	-14.0	-10.8	-11.2
	1.80	2.10	2.40	2.55	2.43	1.2	0	2.9	1.2
	2.85	5.55	5.75	6.10	6.51	31.2	32.9	40.5	51.2
	3.75	6.10	6.50	6.75	7.10	33.9	31.5	51.5	46.9
	4.69	6.20	6.67	6.87	7.25	43.6	45.8	49.7	49.2
	5.95	6.22	6.70	6.90	7.35	51.3	53.3	43.5	46.1
	6.40	6.30	6.71	6.95	7.40	50.0	47.9	49.7	38.9
	7.10	6.60	6.90	7.10	7.40	36.2	49.0	57.6	39.0
	8.55	6.72	6.98	7.15	7.41		46.4	54.1	44.1
	9.10	6.42	7.10	7.25	7.45	103.4	51.9	55.6	53.5

素量および水分量の変化は Table 7 に示す 如くであるが、エソ肉は新鮮時に粘性が強く、肉質は透明様で、時間の経過と共に軟化し組織は脆弱となる。グチ肉は薄桃色の固い肉質で、鮮度が落ちてても組織は脆弱とならない。

HCl 溶液および NaOH に浸漬後の肉の性状は0日の溶液 PH 0.60は、エソ、グチ共に白く凝固し、溶液は清澄、PH 1.70附近では溶液中に凝固蛋白の微粒子が懸濁する。PH 2.85では肉は透明様を呈し溶液も又清澄である。しかし PH 3.72に至ると溶液は再び濁る。4日目以降の試料に於てはPH 1.80附近で肉より溶出せる蛋白の沈澱がみられるが、他はいずれも目立つ機相の変化はなく、エソ、グチ両者の間にも特に差異は認められない。

3%の NaCl を含有する HCl 溶液および NaOH 溶液に肉を浸漬したとき、浸漬後の溶液の PH 移動は

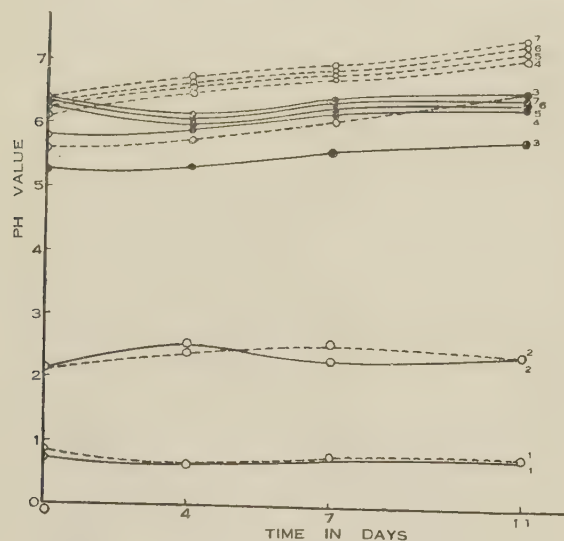


Fig 20. Variation of PH value of solution after immersion of fish muscle.

—●— *Saurida argyrophanes*.

-○- *Nibea argentata*

PH value—1: 0.60 2: 1.80 3: 2.85 4: 3.7
5: 4.69 6: 5.95 7: 6.40

摘 要

魚肉の膨潤は、酸、アルカリ溶液中に於て、魚種および鮮度、あるいは酸、塩基の種類、塩類の濃度によって異なる様相をあらわす。膨潤度の最小点は概ね蛋白の等電点を示し、その時に用いる肉の鮮度によってアルカリ側へ傾く。最小膨潤点に於ては多くの場合負の値となり溶液は清澄である。従って溶

液の比粘度は低く、溶液中の全窒素量も少ない。最大膨潤点はPH 1.5~2.0にあってPH 3.0に近づくと膨潤度は再び減少する。PHが6を越えアルカリ側になると再び膨化し、12 附近で最大膨潤を示すが、酸性側に於けるそれより高くはない。又 PH 10 附近で膨潤の変異点がみられる。

Table 8 および Fig.20 に示す如くであるが、これを見ると鮮度低下による肉のPH上昇と溶液PHの移動は平行している。これによっても筋肉の緩衝作用が理解されるが、これらの変化に因与するものは蛋白質中、アミノ基をはじめ塩基性基であることは充分予測されるところである。

エソ肉とグチ肉の膨潤度は Fig.21 に示す如くである。この結果によると、グチの膨潤度は肉が腐敗に至るまでの期間、特に甚だしい変化が無いのに反し、エソは0日（死後6~10時間経過）の肉と4日目以降の肉とに明瞭な差異がみられ、その0日の肉のみがグチ肉と殆んど近似した膨潤度を示す。これにみられるエソとグチの膨潤様相の差異は肉の生理的 PH の差にあることはうたがえないが、一方この原因は肉蛋白の分解によっておこる外部よりの収着水の相異と考えられる。

蛋白質の分解は、酵素および細菌の作用によることは言うまでもないが、エソはグチに較べて死後の筋肉のエネルギー代謝成分の消長ははげしいから¹⁾肉蛋白質の変性、分解はエソはグチに比して早期におこる。すなわち死後の解糖期に於ては有機酸によって蛋白質の保水力が強化されて膨化し、外部の水を吸着する力が弱いためエソとグチの間に膨潤度の差異はないが、分解期に於て膨化した蛋白質が保水作用を失い、そして二次的に外部の水が収着するものと考えられる。本実験には魚肉のブロックを用いたのでこの収着水が見掛け上の膨潤度増加となってあらわされたとみてよい。

従って、魚の活動性に基因するが、死後の蛋白の分解（酵素作用）がエソはグチに較べて大であるから、死直後に於ては大差は無くとも、時間の経過によってアミノ酸等の存在が蛋白の分解を促進せしめ死後早期に見掛け上の膨潤度が増大するものと考えられる。

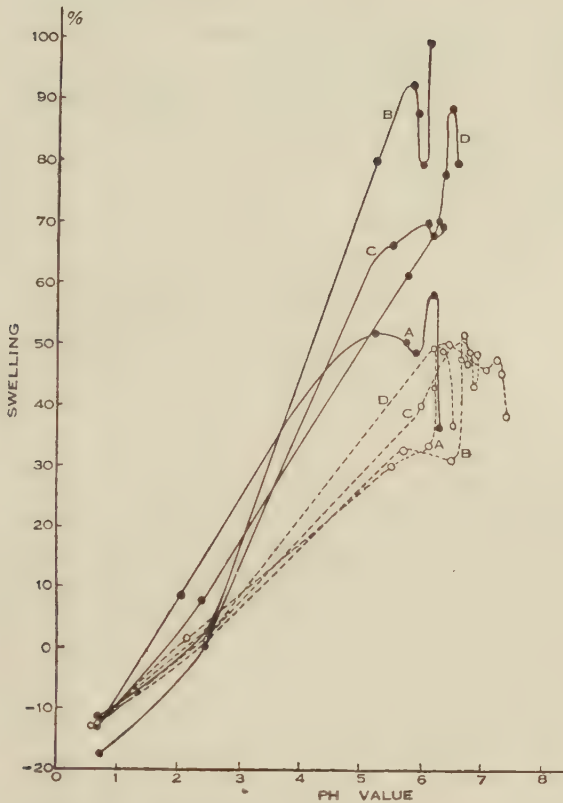


Fig. 21. Degree of swelling of muscle piece of *Saurida argyrophanes* —●— and *Nibea argentata*○.....
 Curve A : 0day.
 Curve B : 4days.
 Curve C : 7days.
 Curve D : 11days.

酸、アルカリ溶液に塩が存在するとき、本実験では HCl 溶液に NaCl を用いたが、NaCl の濃度を高めるにしたがい膨潤度を減じ、濃度が3%のとき PH 2 付近で負の値にまで低下し、NaCl は肉の酸膨潤を阻害する。一方 HCl 溶液中で最小膨潤度を示す PH 6.5 付近では NaCl によって膨潤度を高める。更にアルカリ (NaOH) 溶液に於ては NaCl は膨潤を促進せしめる。

魚肉の膨潤におよぼす溶液容量の影響は、肉重量に対して25倍、50倍、100倍および250倍の容量のとき、肉の浸漬によって起る溶液 PH 値の移動は、容量が大である程小さい。実験は1°Cで24時間の浸漬としたので浸漬中に於ける肉の腐敗による PH の上昇は殆んど無視出来るから、PH の移動は浸漬時の肉の緩衝能と溶液の緩衝能の平衡作用に基づくもの

である。

HCl 溶液および NaOH 溶液に於て、容量が溶液の PH 値と肉の膨潤度に最も大きい影響をおよぼす範囲は PH 2.2~2.6 および 10.4~110.15 の附近であつて、これらの溶液に NaCl を 0.5M 含有するときは、酸性側ではその範囲はやや高く、アルカリ性側ではやや低くなる。

又 HCl-Na₂Citrate, NaOH-Na₂B₄O₇ の緩衝溶液のときは、溶液 PH 2.2 および 11 付近で変動大きく、PH 4~10 の間では容量の多少を問わず溶液の PH 値にしたがう。従つて膨潤度は PH 領域の両端で変動をみせる。

本実験は浸漬時間を24時間、浸漬温度を1°Cと定めたが、それを48時間迄延長するといずれの場合に於ても最大膨潤点の肉片は極度に膨化乃至溶解し秤量不能となる。肉片は重量を1gとし、形を立方体に規定し脊肉部を用いたが、部位による誤差は、秤量の際における肉表面の余剰の水分の拭き取り方の誤差を含め膨潤率として5%以内であつた。又諸種の比較実験は、同一の魚体の肉では供試し得なかつたので個体差を考えねばならない。しかし多くの場合、体長、体重が殆んど等しく、同程度の鮮度の魚体を用いたから、個体差は1尾の部位差より小さいと考える。

エソおよびグチは煉製品原料の主要魚種であつて特に強足原料として賞用されるものであるが、それぞれ特異な性質を示す。膨潤現象よりみたエソ、グチの性状は煉製品の足の形成力を異にする特性の一端を示すものである。すなわち肉蛋白質の分解のための起る収着水によって蛋白質の濃度を減少する原因となり、且つ肉の生理的 PH がエソ肉はグチに較べて低いことにも起因して蛋白質が凝固し溶解力が減少するものと考えられる。この肉蛋白質の分解は、筋肉の有機酸などの生成様相からみてエソはグチに比して死後早期に且つ急激に起る。従つてエソ肉は煉製品の足の形成力を早期に喪失するものと推定出来る。この推論は 0.5M の食塩を含有する HCl あるいは NaOH 溶液中の肉の膨潤は、PH 6~8 の範囲では PH が肉の膨潤に与える影響はそれ程大きくはないと考えられるからである。

水産動物肉に関する研究は清水等³⁾の一連の研究

の他、数多くの肉蛋白質に関する報告があるが、煉製品の足に關与する物理的、化学的特性は今尚不明なところが多い。蛋白の膨潤に關しても幾多の報告があるが、魚肉を対象とする研究は少なく、野口等⁴⁾の魚肉の酢漬に關する研究等、高橋⁵⁾⁶⁾のサメ皮

スルメイカ等についての報告あるいは最近岡田等⁷⁾はアジ肉について膨潤現象をみているが、諸氏の得た結果は基本的には本実験結果と一致している。

終りに本報文の御校閲を賜った当所利用部長山田紀作博士に深謝の意を表する。

引 用 文 献

- | | |
|-----------------------------|-----------------------------------|
| 1) 篠山茂行；本誌，12，3～17 (1957) | 5) 高橋豊雄；日水会誌，19，1203 (1954) |
| 2) 篠山茂行；本誌，12，13～17 (1957) | 6) 高橋豊雄；東海区水産研究所研究報告，14，76 (1956) |
| 3) 清水亘；日水会誌，12，2，73， (1643) | 7) 岡田稔；日水会誌，16，178 (1953) |
| 4) 野口栄三郎；日水会誌，16，541 (1951) | |

煉製品の原料魚に関する研究

Ⅲ 底魚筋肉の結合水および
非蛋白態窒素について

篠 山 茂 行

Studies on the Staple Fish for Meat Jellies

Ⅲ Bound Water in the Skeltal Muscle of
Several Kinds of Fish and the Ditribution
of Extractive Nitrogenous Matter in the
Muscle of White Croaker (*Nibea argentata*)
and Lizard-fish (*Saurida argyrophanes*)

by

Shigeyuki SASAYAMA

Introduction and Summary

The Bound water in fresh meat of various kind of fish was estimated, and also, the distribution of extractive nitrogenous matter of white croaker and lizard-fish was investigated.

In this experiment, the amount of Bound Water in raw fresh meat was estimated by the cobaltous chloride method, and the quantities of total nitrogen, diamino nitrogen and monoamino nitrogen were estimated by Kjeldahl method and Van Slyke method.

The distribution of nitrogen in fish meat was obtained by measuring the amount of extractive fraction which was not coagulated with trichloro-acetic acid, and also, at the same time, the variation of water soluble protein and ethylalcohol soluble protein in fish meat during the storage at low temperature ($1\pm 0.5^{\circ}\text{C}$) were determined.

The principal points were described as below:

1. In the experimental results of bottom fish, e. g. lizard-fish (*Saurida argyrophanes*) and white croaker

(*Nibea argentata*), the former had a larger amount of Bound Water in muscle than the latter. The content of Bound Water (percentag of total water) of lizard-fish muscle was 10 percent and that of white croaker muscle was 6 percent.

2. The amount of total nitrogen in extractive fraction of lizard-fish muscle which was extracted with trichloro-acetic acid was larger during the storage after death than that of white croaker muscle.
3. The variations of this nitrogen and pH value of muscle in storage were found to take symmetrical curves.

Therefore, the coagulation of protein in muscle was especially controled by the physiological pH value of muscle.

4. The amount of diamino nitrogen in non-protein nitrogen of fresh muscle of lizard-fish was larger than that of white croaker, but in respect to the amount of monoamino nitrogen, no clear difference was found between the both fish.

緒

言

練製品の原料に用いる魚類中、エソ類とグチ類の間に異なる性状が示されている。すなわちエソ類は鮮魚としての貯蔵性に乏しく、死後短時間のうちに練製品の品質に与する足が急速に低下することである。これに反しグチ類はある程度長期間貯蔵した場合に於ても、なほ足を形成する能力が著しであることである。筆者はさきに、貯蔵中に於ける熱凝固性蛋白質の変化について研究し、肉蛋白質の溶解度の減少あるいは蛋白質分解速度が、マエソはマログチに比して大なることを見出し、更に死後に於ける筋肉中のグリコーゲン含量、乳酸含量の消長から、それらの差異が、エソ、グチ両者の足の異なる因子である

ことを指摘した。又肉の膨脹現象から観察しても、エソとグチは明らかに相違することが見出されている。(2)

エソ肉、グチ肉の相異なる性質は、上述の如く肉蛋白質の構成成分の相異、筋肉組織の相異にあることは想像に難くないが、その基因は肉蛋白質の水和水あるいは肉蛋白質の変性、分解にあずかるアミノ酸の含量およびその構成の相異にあるものと考えられる。この様な見地から、肉の結合水について、また肉のエキス成分に関して研究を進めたが、エソおよびグチの特性を証明するに足る要因を見出したので以下に報告する次第である。

実 験 の 部

A 魚肉の結合水

結合水の測定法には、蒸気圧法、熱量計法、膨脹計法、水点降下法、透電率法など数種の方法があるが、魚肉の場合に於ける適応性より考えて本実験には塩化コバルト法を用いた。

実験方法は次の如くである。脊肉を厚さ1乃至1.5 mm, 8mm²の大きさ(約0.5g)に多数切り採り、10%塩化コバルト溶液中に、10°Cにて24時間浸漬後、肉切片の残余の塩化コバルト溶液を乾燥濾紙にて軽く拭きとり、直ちに秤量瓶に入れ肉重量(W₀)を求める。これを30°Cの定温器中に置き、肉切片が桃色より青色に変じたときの重量(W₁)を測る。次に100乃至105°Cの空気乾燥器中にて恒量に達するまで乾燥しその時の重量を(W₂)とする。夫々の重量から肉中の水分は次の如くに表わされる。

$$\text{全水分} \quad W_0 - W_2 / W_0 \times 100 (\%)$$

$$\text{自由水} \quad W_0 - W_1 / W_0 \times 100 (\%)$$

$$\text{結合水} \quad W_1 - W_2 / W_0 \times 100 (\%)$$

結 果

キントキダイ (*Priacanthus macracanthus*) , イトヨリダイ (*Euthyoapteroma virgatum*) , マサバ (*Scomber japonicus*) , シログチ (*Nibea argentata*) , マエソ (*Saurida argyrophanes*) , およびマゴイ (*Cyprinus carpio*) の30°C 空気乾燥に於ける重量変化は Fig 1 の如くであって、20乃至25時間で肉切片は青変する。ただ夫々の減量曲線に多少の相違があるがこれは肉切片の大きさ、厚さの相異によるものである。一方魚種による相異すなわち筋肉中の脂肪含量、組織の相異、鮮度等によつて

も水分の減量速度は異り、また同一個体でも部位によって異なるから、実験結果の指示には1魚種について少なくとも5個の肉切片の重量の平均値を用いた。なお水分25%附近に於ける減量曲線の屈折点は青変点を示すものである。

次に全水分、自由水、結合水の含量は Table 1 に示す通りであるが、この表中で特に注目されることは、マエソ肉の結合水量が他の魚種に較べて多いことで、結合水/全水分の百分率も大なることである。これに反しシログチのそれはイトヨリダイ、マサバ、コイなどより小さい、即ちマエソ肉とシログチ肉は結合水の量に大きな差違が認められる。エソ肉蛋白質が多くの水和水を含有することは肉蛋白質中例えば、アクトミオシン溶液の粘度の減少および濃度の低下となり、これが肉蛋白質溶液の構造を疎にするものと窺える。すなわち魚肉中の蛋白濃度がエソ肉はグチ肉に比して小なることは、かまぼこ形成能の劣ることを示唆するものであろう。

B 非蛋白態窒素の分布と消長

新鮮なるマエソ (*Saurida argyrophanes*) 体長26cm、体重130g, トカゲエソ (*Saurida elongata*) 体長30cm, 体重150g) およびシログチ (*Nibea argentata*) 体長21cm, 体重110g) を材料とし、それぞれの脊肉部のホモジネート (肉25g+水75cc)

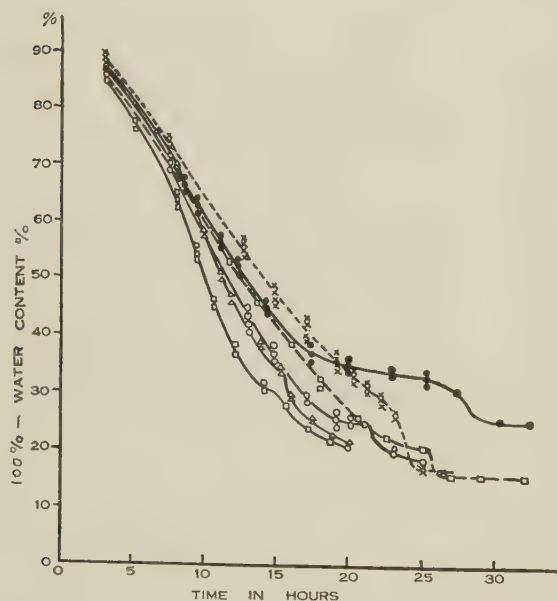


Fig.1. Variation in the amounts of water in the drying of several fish meats by the cobaltous chloride method.

- × - - - - × *Saurida argyrophanes*
- - - - ● *Scomber japonicus*
- - - - ○ *Euthyoapteroma virgatum*
- △ - - - △ *Sauriba argyrophanes*
- - - - □ *Nibea argentata*
- - - - □ *Cyprinus carpio*

Table 1. Amount of Bound Water in fresh meat of various kind of fish.

Water Contents	Total Water	Free Water	Bound Water	F.W./T.W×100	B.W./T.W×100
Samples	(T.W. %)	(F.W. %)	(B.W. %)	(%)	(%)
<i>Priacanthus macracanthus</i> (Kintokidai)	82.05	80.05	1.99	97.56	2.42
<i>Euthyoapteroma virgatum</i> (Itoyoridai)	81.97	75.75	6.22	92.41	7.58
<i>Saurida argyrophanes</i> (Maeso)	82.84	74.07	8.76	89.42	10.57
<i>Cyprinus carpio</i> (Koi)	84.40	74.69	6.71	92.04	7.95
<i>Scomber japonicus</i> (Masaba)	74.46	68.68	5.77	92.23	7.75
<i>Nibea argentata</i> (Shiroguchi)	79.35	74.44	4.90	93.81	6.20
<i>Saurida argyrophanes</i> (Maeso)	79.31	71.05	8.26	89.58	10.41

を、20%三塩化醋酸溶液 100cc にて抽出し、その抽出液を更に、2回に分けて、それぞれ窒素量を検した。又60%エチルアルコール溶液をもって抽出したアルコール可溶成分、水にて抽出した水溶性成分について、それらの窒素分布を検べた。

筋肉の PH 値はガラス電極 PH メーターにより、全窒素は Kjeldahl 法により、揮発性塩基窒素は Conway 微量拡散法により定量した。筋肉および抽出液中のアミノ態窒素は、それぞれ 20% HCl 溶液で 42 時間水中分解し、塩酸を除去した後、Van Slyke 法により定量した。窒素の分布は、抽出液を燐タンゲステン酸により、アミノ酸、アミノ酸、アミノ酸に分別し、それぞれの区的全窒素およびアミノ態窒素を定量した。又塩酸加水分解後、そのアミノ酸溶液中 10% 水酸化石灰に吸着される窒素をフラスコ窒素とした。

分析は 1 回の実験についてそれぞれの魚種 3 尾の筋肉を均一に混和したものをを用いた。尚魚は死後 4 時間を経過したもので、ここを基点として実験を進め、その間 $1 \pm 0.5^\circ\text{C}$ の冷蔵庫中において、それぞれに魚種別に包んで保存した。

結 果

マエソおよびシログチの貯蔵中に於ける筋肉 PH 値、揮発性塩基窒素量の変化は Fig 2, 3 に示す如くである。この結果が示す如くマエソ肉の PH 値はシ

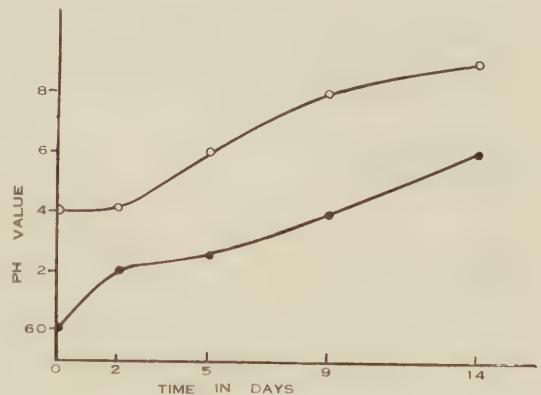


Fig. 2. Change of PH value in muscle during storage at $1 \pm 0.5^\circ\text{C}$.

● — *Saurida argyrophanes*
○ — *Nibea argentata*

シログチ肉に比べて低い。この関係は魚体の大小、季節に拘らず常にならざる様である。筋肉が初期腐敗に達する時期(揮発性塩基窒素量を 30mg/g として)に於ても PH は 6.5 を越えない。このことは肉蛋白の溶解度と密接な関連がある。

筋肉を三塩化醋酸溶液にて除蛋白した溶液(以下 TCA 抽出部と呼ぶ)、エチルアルコールをもって抽出した溶液(以下 EA 抽出部と呼ぶ)および水をもって抽出した溶液(以下 WS 抽出部)の全窒素量、アミノ態窒素量は Table. 2 の如くであって、特に

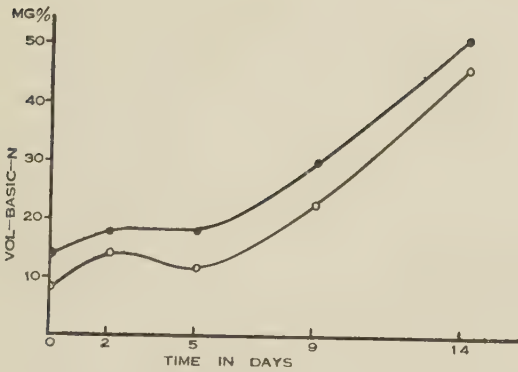


Fig. 3. Change of amount of volatil basic nitrogen in muscle during storage at $1\pm0.5^{\circ}\text{C}$.

—●— *Saurida argyrophanes*
—○— *Nibea argentata*

Table 2. Amount of extractive nitrogenous matter in fresh musle of various Kind of fish.

Kinds of fish Quantity Treatment	<i>Saurida argyrophanes</i>			<i>Nibea argentata</i>			<i>Saurida elongata</i>		
	TN*	AN**	AN/TN ×100	TN	AN	AN/TN ×100	TN	AN	AN/TN ×100
Fraction extracted with trichloroacetic acid	403.49 * ₁ (10.52)	133.65 * ₂ (5.79)	33.12	390.03 (10.23)	106.00 (4.90)	27.17	439.35 (11.80)	144.26 (6.27)	32.83
Fraction extracted with water	—	—	—	930.26 (24.41)	707.61 (32.75)	79.06	1171.23 (31.47)	567.26 (24.69)	48.43
Fraction extracted with ethylalcohol	450.56 (11.75)	179.74 (7.79)	39.89	470.74 (12.35)	179.74 (8.32)	38.18	504.36 (13.55)	123.98 (5.40)	24.58

* Total-nitrogen ; mg per 100g meat. ** Amino-nitrogen; mg per 100g meat.
*₁ % of total-nitrogen of musle. *₂ % of amino-nitrogen of muscle.

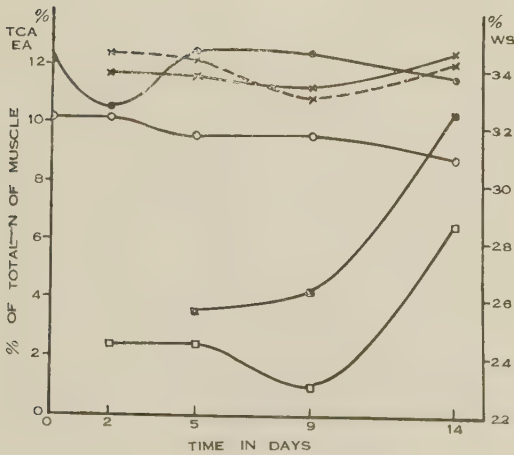


Fig 4. Variation of amout of total nitrogen in fraction of muscle extracted with trichloroacetic acid (TCA) ethyl alcohol (EA) and water (WS).

TAC : —●— *Saurida argyrophanes*.
EA : —×— " "
WS : —■— " "
TCA : —○— *Nibea argentata*
EA : —×— " "
WS : —□— " "

TCA 抽出部中アミノ態窒素の絶対量が、マエソ、トカゲエソはシログチに比して多く、EA 抽出部のそれは、グチはエソに較べて大である。又全窒素に対するアミノ態窒素の相対量も同様な傾向が示されている。

次に、TCA、EA および WS 抽出部の鮮度低下に伴う全窒素量、アミノ態窒素量の消長は Fig. 4 および Fig. 5 にある通りである。この図中に特に注目されるのは、TAC 抽出部の全窒素量の消長であるが、この変化曲線は筋肉 PH 値の曲線 (Fig. 2) と比較すると殆んど対称的な関係を示している。すなわち PH が高い時は非蛋白態窒素量は少ない傾向にある。この関係から、エソの PH がグチに比して低い

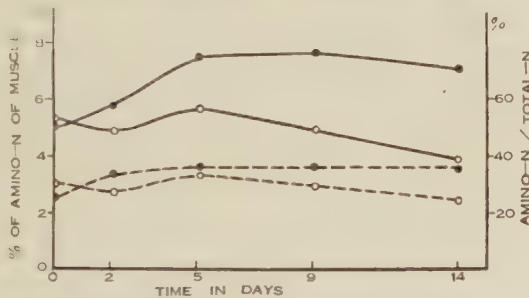


Fig. 5. Variation of amount of amino nitrogen in fraction extracted with trichloroacetic acid.

● : *Saurida argyrophanes*
○ : *Nibea argentata*
—— % of amino-N of muscle
----- Amino-N, Total-N.

ことは、非蛋白態窒素の含量がエソはグチに比して大なることを示すものである。このことは、エソとグチの PH 値の差異および TCA 抽出部の全窒素量の差からも判断されるところである。又 TCA 抽出部のアミノ態窒素量も Fig. 5 にみられる如く、マエソは死後に於て増加の傾向を示すが、グチはむしろ減少の方向にあって、経時的に両者の開きは大きくなる。

次に筋肉のアミノ態窒素を分別すると Table 3 の如き分布で示されるが、ジアミノ区、モノアミノ区の全窒素量およびアミノ窒素量は、マエソ、シログチ共に大差は見当らないが、TCA 抽出部の窒素分布には大きな相異が認められる。すなわち Table

4 の如く TCA 抽出部のアミノ態窒素中、ジアミノ区の全窒素の絶対量がマエソはグチに比して極めて大であり、TCA 抽出部全窒素量に対するジアミノ区全窒素量の割合もマエソに多くグチに少ない。特にジアミノ区のアミノ窒素に於てはこの差異が明瞭である。一方モノアミノ区の全窒素およびアミノ窒素は、マエソ、グチは共にその含量は同一で差異のないことが示されている。

従ってマエソとシログチの非蛋白態窒素量の開きは主としてジアミノ区窒素量の差に基づくと考えられる。

Table 3. Distribution of nitrogenous matter in fresh muscle of fish.

Fraction		<i>Nibea argentata</i>		<i>Saurida argyrophanes</i>	
		mg%	%	mg%	%
Total-nitrogen	Muscle	3810.0	100	3833.0	100
	Di-amino fraction	997.5	26.18	1042.3	27.19
	Mono-amino fraction	2654.1	69.66	2582.3	67.37
	Fumin (1)	67.2	1.76	80.7	2.10
	Fumin (2)	100.8	2.64	122.4	3.19
Amino-nitrogen	Di-amino fraction	371.2		429.2	
	Mono-amino fraction	880.9		1112.8	

Table 4. Distribution of nitrogenous matter in extractive fraction in fish muscle.

Fraction	<i>Nibea arpentata</i>		<i>Saurida argyrophanes</i>	
	mg%	%	mg%	%
Total nitrogen in muscle	3810.0	100	3833.	100
Total nitrogen in extractive fraction (A)	364.2	9.55	481.9	12.57
Fumin	28.3	0.74	40.5	1.05
Total-nitrogen { Di-amino fraction (B)	50.4	1.32	141.2	3.68
Mono-amino fraction (C)	282.4	7.41	282.4	7.36
Amino nitrogen in muscle	2160.	100	2304.	100
Total nitrogen in extractive fraction (D)	123.8	5.73	172.8	7.50
Amino-nitrogen { Di-amino fraction (E)	18.4	0.85	65.6	2.84
Mono-amino fraction (F)	105.3	4.87	105.2	4.56
(B)/(A)×100	13.83		29.30	
(C)/(A)×100	77.53		56.60	
(D)/(A)×100	33.99		35.85	
(E)/(B)×100	36.50		46.45	
(F)/(C)×100	37.28		37.25	

考 察

生体中の水の一部は、いわゆる結合水として存在するが、これは化学的にみれば吸着水と考えられ、更に分子論の立場からは水分子と蛋白質との結合、すなわち水素結合に基づくものと考えられる。魚肉の処理加工に際して、乾燥処理或は凍結貯蔵等の場合一般に脱水現象を起すが、魚肉の主成分である蛋白質は、その自然状態を保持するためには一定量の水と結合していることが必要である。従って煉製品の原料魚に於ても、鮮魚貯蔵の場合、肉蛋白の変性、分解に関与する水の挙動も注目されるところであらう。

この様な観点より数種の魚類について結合水の含量を検べたところ、特にエソ類の筋肉はグチの筋肉に較べて多量に含まれていることが示された。このことは肉蛋白質の性状の相異を暗示するものであって、蛋白溶液の粘度あるいは濃度に差異のあることが窺える。また肉蛋白質が結合水を多く含有することは外部より水を吸着する能力に乏しいことが云え

る。従ってエソおよびグチ肉のかまぼこの足の形成力の差（エソ肉の貯蔵性に乏しいこと、足形成力を急速に減少すること）は、外部よりの水を吸着する能力の差に基因するものと云えよう。

一方筋肉中の熱凝固性蛋白質の差、すなわち死直後に於ける actomyosin→myosin+actin の解離状態にある myosis 態蛋白の行動は ATP の消長と関係することから、ATP の消失速度は死後に於ける肉蛋白の性状にある影響を及ぼすことが示唆される。例えば死後に於けるエソ類の筋肉の乳酸、グリコーゲンの消長およびその量的変動はグチ類に較べて極めてはげしい²⁾。また筋肉エキス成分についても、エソはグチに比して多く、特にシアミノ窒素に富む。すなわち筋肉の解糖作用および分解作用はエソはグチに比して死後早期に且つ急激に起ることを示すものである。

このことからエソ肉は ATP の消失更に酵素作用

によって蛋白質の変性乃至分解が死後早期に行われることが推察される。

筋肉蛋白の分解は主として蛋白分解酵素の作用であり、それはエキス成分の存在によって一層活発となる。しかも基質中の水分が多量なる場合は酵素の分解作用は助長される。この条件はエソ肉の性状にみられるところであって、それはグチ肉に比して肉蛋白質が分解をこうむり易い環境にあると云ってよい。

一般に肉のエキス成分は洄游性魚類に多く、底棲性魚類に少ない³⁾。これに對比して肉の緩衝能も洄游性魚類は底棲性魚類に較べて強い傾向を示す⁴⁾。従ってこれらは魚類の活動性に因縁することが理解される。かくの如き性質はエソとグチとの間にもみられるところであって、エソは洄游性魚類の性状と類似している。また生理的に活発な蛋白質ほど多量の結合水を有すると云われる⁵⁾。このことについてエソ肉の性状を窺うことが出来る。

筋肉の PH は 6.5 以上の中性附近にあるときは、かまぼこの形成力は強い。従って死後短時間のうちは、通常の魚類は PH は 6.5 以下であるからその時期の筋肉はかまぼこの形成力を失うとならしめ得る。従って死直後に於けるエソ、グチの筋肉 PH は共に

6.5 以下であるから、かまぼこの形成力は強い。しかし死後保存中に於けるエソ肉の PH はグチのそれより低いから、その形成力は強いはずであるが、それに反して死後短時間のうちに足は低下する。それは肉蛋白の変性と共に分解が起ることを意味するものである。その分解は上述の如くエキス成分、結合水の含量がグチに比して大なることに基因するものであらう。すなわちエソは筋肉の解糖および分解作用によって肉蛋白質の水和性がほどかれ、外部よりの水が収着することによって蛋白質の濃度が減少すると共に、肉の生理的 PH が低いことにも起因して蛋白質は凝固あるいは凝集し、蛋白質の立体的な網状構造が疎となりゲル化を生じ得なくなるものと思はれる。一方結合水の少ない場合は蛋白分子の会合によって蛋白質の凝固がおきるとしても蛋白分散系の網状構造はそれほど疎とはならないであらう。しかも PH が蛋白質を溶解するに適する範囲にある様な条件にあって密な構造をとり易い。

以上の如くエソ肉とグチ肉の基質成分、代謝機構の相異は、死後に於ける蛋白の変性、分解過程を異にする因子であって、それはかまぼこの足に因与する原料魚としての特性と云えよう。

摘 要

数種の魚類筋肉の結合水の含量を塩化コバルト法によって測定した。エソ肉とグチ肉の非蛋白態窒素について検討した。

1. 筋肉中の結合水量および全水分に対する結合水の割合は、エソに多く、グチに少ない。その絶対量はグチは5%程度、エソは8.2%以上、相対量はグチは6.2%を示しエソは10.5%であった。

2. 死直後より腐敗に至るまでの保存中の筋肉 PH 値はエソはグチより低い。

3. 筋肉中のエキス成分（三塩化醋酸溶液除蛋白液中の窒素）はエソに多く、グチに少ない。特に非蛋白態窒素中エソはシアミノ区の全窒素が多くグチ

の殆んど3倍量、そのアミノ窒素量も3倍を示す。

4. 筋肉 PH 値の変化曲線と、非蛋白態窒素量の変化曲線はエソ、グチ共に対称形で示される。また筋肉蛋白の凝固性は肉の生理的 PH に支配される。

5. 非蛋白態窒素のモノアミノ区窒素はエソ、グチ共に差異はない。

6. 筋肉中にアルコール可溶性窒素の鮮度低下に伴う変化はエソ、グチ共に甚だしい差はなく、水溶性窒素量の変化は鮮度低下によって増加する。

終りに本研究に対し、終始懇篤なる御教示を賜った当所利用部長山田紀作博士に深謝の意を呈する。

引 用 文 献

- 1) 篠山茂行：本誌，12. 6 (1957)
- 2) 篠山茂行：本誌，12. 14 (1957)
- 3) 清水 亘：日水会誌，15. 1. 28—40 (1949)
- 4) 須山三千三：日水誌24. 4. 267—284. (1958)
- 5) 例えば蛋白質化学：共立出版 K. K. 4. (1958)

回遊性魚類の生化学的研究

東支那海および九州西海域における
サバの体脂肪について

浜 田 七 郎 ・ 浜 田 律 子

Biochemical Researches on Migratory fish

Researches made in View of Quantitative Changes of
Body Fat, with regard to the Mackerel to be caught
in the Fishing Area West of Kyushu and in the East
China Sea.

by

Shichiro HAMADA and Ritsuko HAMADA

西海区水産研究所業績第137号

(昭和36年2月25日受理)

Summaries

With regard to the ecology of mackerel, no definite conclusion has been made so far on account of some difficulties in obtaining enough materials, though the investigations from the biochemical point of view have been successful. For minor details, therefore, we shall have to see the result of the study yet to be continued. Here are summaries of what we have attained at the present stage of our research work.

In spawning season, the mackerel undergoes a change in their body composition. As for abdominal fat which varies in amount from season to season in accordance with the development of gonad function, the amount comes to decrease gradually starting in January, which is the month of the first gonad growth for mackerel, and reaches to minimum about April when the female have their roe fully matured. After spawning in May or July they begin to put on fat and become fattest about December. Body fat, on the contrary, shows quantitative increase as gonad starts to function, but in this case the effect of gonad function upon

fattiness seems to be indirect. Relatively greater amount of fat is found in older mackerel than in younger ones.

Mackerel to be caught in the fishing ground west to The Goto Islands and off the Coast of Quelpart Island are somewhat rich in fat as compared with those caught in the ground south to The Goto Islands and in the East China Sea. The most fatless are those caught in the South-to-the-Goto-Islands area. The reason in that mackerel are younger there than those caught in three other areas mentioned above.

Generally speaking, HON-SABA (*Scomber japonicus*) is richer in fat than GOMA-SABA (*Scomber tapeinocephalus*).

Whether they are plump enough or not depends on the fat they contain in their bodies.

There seems to be no quantitative relation between water soluble nitrogen and volatile basic nitrogen on one hand and between the former and the body fat on the other. Water soluble nitrogen is found more in GOMA-SABA (*S. tapeinocephalus*) than in HON-SABA (*S. japonicus*).

緒

言

対馬海峡東部のサバ、アジに関する総合開発調査の一環として企画されたサバの化学的調査は1954年9月に開始した。此の調査企画は1953年から五ヶ年に亘る1957年までで一応各調査とも終了したが、化学調査は前記調査とは離れ、その後も継続して実施して来た。サバの様に回遊性の魚種では季節による環境の変化に支配されることか敏感であるため、魚体成分も可成り変化し、そのもとより推察し、産卵期の体脂肪を中心とした化学調査と生物学調査を行った。尚、是等の調査は近年衰微の一途を辿るマイワシに代って漁獲が増大して来たサバ、アジの加工

原料としての見地からも魚体成分の季節的变化を知ることには、今後の加工法の参考にもなるかと思われる。これらの観点から過去六ヶ年に亘った調査の結果、一・二の知見を得たのでその概要を発表する。

此の中の一部は対馬海峡開発調査中間報告として発表した。

尚、本調査を進めるに当り、種々御指導と本稿の校閲を頂いた利用部長、山田紀作博士、又、試料採取に終始ご援助を頂いた長崎魚市株式会社営業部、植本基之氏、並ひに分析試料の分譲その他に便宜を受けた長崎県水産試験場調査部、藤川政文、高橋亦

好尚技師と本報告の取りまとめに助言を頂いた遠洋資源部、真道重明博士、沿岸資源部、中田邦甫技官、並びに文献の紹介を頂いた日本海区水産研究所利用部長野口栄三郎博士にそれぞれ感謝の意を表する。

サバの成長および試料採取

個々の調査分析を進めて行く上に漁場の時季的移動とサバの成長段階を知ることは重要なことであり、以下にその概略を記す。藤川等¹⁾によれば五島灘近海では、孵化後のサバは満一年で体長 (F.L.) 約26~28cmに成長し、大体満一年を経過する頃になると沖合の回遊群に合流することを述べている。したがって五島灘で7~8月を盛期とし12月頃漁獲される25~27cm級のものは、その年の3~4月頃産卵されたもので、これらは生態的にも沖合回遊群とは異なるものと考えて1才未満(当才魚)とし、1才以上のものと区別した。尚、試料採取が広範囲に亘ったため、便宜上、Fig. 1に示すような五漁場に

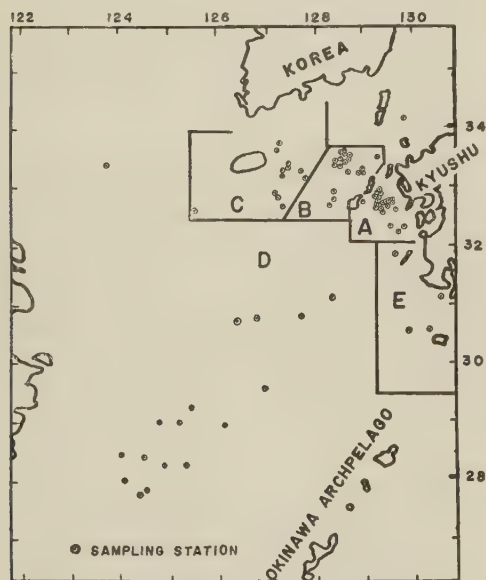


Fig. 1. The figure showing fishing area and sampling stations.

A…五島灘 B…五島西沖漁場 C…済州島漁場
D…東支那海漁場 E…コシキ、薩南海域漁場

大別した。是等漁区の区分根拠は業者が用いる漁場名を参考とした。

試料として扱ったサバは、村上、早野等²⁾が提案した背部神経間棘数でもってホンサバ、ゴマサバに

分類した。是等のサバは全部、長崎魚市場に入港した楊綫網漁船、及びサバはね釣り漁船(1957年以降は入港船少く試料入手出来ず)から漁獲日時、漁場の明確なものを選び筆者の一人、浜田七が採取に当たった。採取回数は当初、月に3回採取の計画であったが人員その他の都合と、これらの魚種を対象とした旋網漁業は月令、天候の支配が強く底引網漁業のような安定した漁獲がないため試料入手に困難し、或る時季に於ては全然入手出来ぬ場合もあった。尚、薩南海域のものは、当魚市場には陸揚げが少いため試料入手が2~3回にすぎず、今回は検討の対象としなかった。又、調査項目が多項目にわたる為一度に多数の試料を扱う事は不可能であり、一回の試料数をホンサバ、ゴマサバ共各々10尾を限度とした。然し当九州西海域は時季、漁場によってホンサバ、ゴマサバの漁獲組成が片寄る場合もあり、1回の採取試料で各々10尾宛分析出来たのは僅かで、事情の許す範囲でホンサバ、ゴマサバを交互に測定分析した。是等の詳細は第一表に示した。尚、上記釣サバ網サバの漁法別は化学調査の面からは必要なく一緒に取り扱った。

生物学的調査と化学分析

体成分は魚体の大小、肥満の度合等各個体によって相違する事は容易に察知されることで、此の意味において一般的な生物学的測定は化学分析を行う前に是非必要なことで分析結果の検討に必要な生物調査を行った。

即ち、体長 (F.L. cm) 体重 (gr.) 性別、生殖腺重量 (gr.) 胃重量 (gr.) (網サバの場合揚網の際の魚鱗のみ込み、又、釣りサバは撒餌の捕食など注意して取除き測定したが完全ではなく絶対値としての信頼は出来ない) 腹部蓄積脂肪 (gr.) (以下腹部脂肪と呼ぶ) 肝臓重量 (gr.) 神経間棘数等を測定した。

化学分析は肉質中の脂肪量、水分量並びに水溶性窒素量、揮発性塩基窒素量の分析を行った。分析試料の採取部分は同一魚体に於ても、その部位によって化学的成分の含有量の差が認められるので、本調査の場合には背部骨格筋を選び表皮、及び血合肉の部分を除いた肉片を使用した。脂肪定量は友田式水分定量器 (溶剤、四塩化炭素、四塩化エタンの同量) により肉3gの水分を定量後、脱脂物を乾燥秤量し、その値と水分量との和を採取重量より差引いた値をもって体脂肪量とした。揮発性塩基窒素の分

析は1959年までは衛生検査指針³⁾に従って行い、それ以後は、Conway 法⁴⁾で行った。水溶性窒素は肉5gを秤取細砕し、これに100ccの蒸留水を加えて10~15分間浸出後、5分間煮沸し冷後全量を100ccとし濾過後この濾液の一定量を分解し Kjeldhal 法で

定量した。

尚、これ等の数値は精肉100g中の割合で示した。又、本報告で扱った数値は測定値及び分析値の平均値と月別変化は移動平均値で表わした。

研究結果と考察

体脂肪量と水分量の季節的变化

脂肪と水分とが逆相関を示すことは今迄に多数の報告で明らかであり、本調査でも Fig. 2, 3 に示すような結果を得た。肉質中の脂肪は体長、その他の相違によって異なることが多いと考えられる。先づ体脂肪量の増減の要因として考えられるものに環境（特に水温）餌料、産卵等が挙げられる。餌料については、当初、沿岸資源部榎本義正技官（現在東海区水産研究所勤務）に各個体の胃内容物の査定を依頼していたが、調査開始後間もなく業務の関係で中止した。環境を知る上に於て不可欠な水温は漁獲時の測定値を得ることが出来なかった為、今回は産卵

期の体脂肪量を中心とした検討を行った。

体脂肪量と生殖腺との関係については先に筆者等⁵⁾がマイワシについて報告したが、山口県水産試験場⁶⁾は山口県沖之島、見島近海のサバについて、野口等⁷⁾は俱馬地区の釣りサバについて分析を行い、次の様に報告している。それによると産卵前後と産卵最盛期とでは体脂肪に急激な変化が見られる。即ち産卵前の12、1月頃に体脂肪量は最大値を示し産卵と共に減少し産卵盛期の5、6月に最低となることから体脂肪量と産卵とは密接な関係があることを報告している。筆者等もイワシの調査結果から体脂肪量は卵形成の重要な栄養源として移行するものと推察していたが、サバの調査結果では Fig. 4, 5 に示

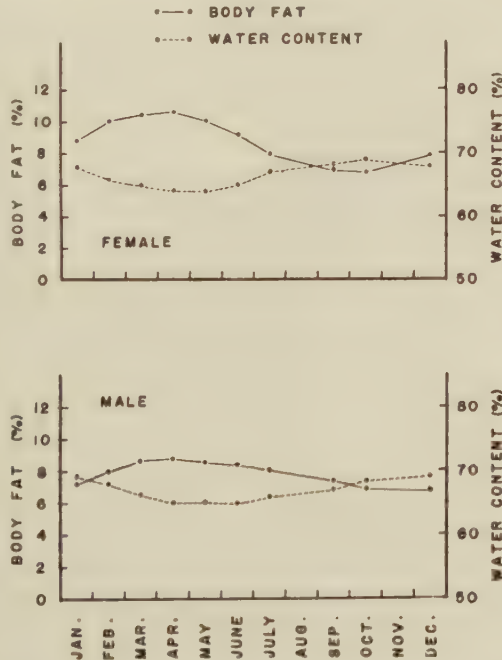


Fig. 2. The relation between the amount of body fat and water content, with regard to HON-SABA (*S. japonicus*).

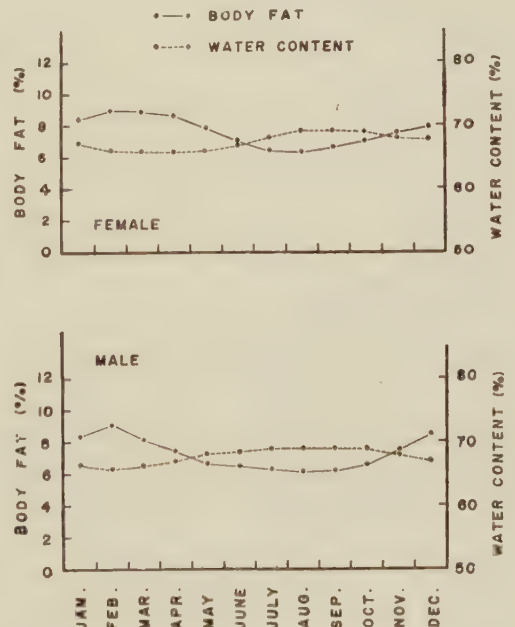


Fig. 3. The relation between the amount of body fat and water content, with regard to GOMA-SABA (*S. tapeinocephalus*).

Table 1. Experimental progress and

Sample number	Date of fishing	Fishing area	Total catch number of traies	Specific composition (%)					Mackerel			
				Mack- erel	Jack- mack- erel	Sardine	Round herring	Ancho- vy	Species	Size composition of mackerel (%)		
										Large	Middle	Small
1	Sept. 27, '54	B	{	1,800		100			<i>S. japonicus</i> <i>S. tapeinocephalus</i>			100
2	Nov. 18, '54	C	{						<i>S. tapeinocephalus</i> <i>S. tapeinocephalus</i>			
3	June 9, '55	D	{	421	100				<i>S. tapeinocephalus</i> <i>S. tapeinocephalus</i>			
4	Aug. 6, '55	D	{	200	100				<i>S. tapeinocephalus</i> <i>S. tapeinocephalus</i>			
5	Aug. 18, '55	C	{	1,450	100				<i>S. tapeinocephalus</i> <i>S. tapeinocephalus</i>			
6	Sept. 8, '55	C	{	450	99				<i>S. tapeinocephalus</i> <i>S. tapeinocephalus</i> <i>S. tapeinocephalus</i>		100	
7	Sept. 20, '55	A	{						<i>S. tapeinocephalus</i> <i>S. tapeinocephalus</i>		100	
8	Sept. 27, '55	C	{	400	100				<i>S. tapeinocephalus</i> <i>S. tapeinocephalus</i>			
9	Oct. 5, '55	Un- known	{						<i>S. tapeinocephalus</i> <i>S. tapeinocephalus</i> <i>S. tapeinocephalus</i>			100
10	Oct. 5, '55	C	{	875	100				<i>S. tapeinocephalus</i> <i>S. tapeinocephalus</i>			
11	Nov. 7, '55	A	{	1,500	20	80			<i>S. japonicus</i> <i>S. japonicus</i> <i>S. tapeinocephalus</i> <i>S. tapeinocephalus</i> <i>S. tapeinocephalus</i>			100
12	Nov. 3, '55	D	{	290	100				<i>S. tapeinocephalus</i> <i>S. tapeinocephalus</i>			
13	Nov. 18, '55	A	{	600					<i>S. tapeinocephalus</i> <i>S. tapeinocephalus</i>		100	
14	Nov. 28, '55	D	{	1,000	100				<i>S. tapeinocephalus</i> <i>S. tapeinocephalus</i> <i>S. tapeinocephalus</i>			
15	Dec. 11, '55	A	{	2,000					<i>S. japonicus</i> <i>S. japonicus</i> <i>S. tapeinocephalus</i> <i>S. tapeinocephalus</i> <i>S. tapeinocephalus</i>			100
16	Dec. 9, '55	D	{	3,000	100				<i>S. tapeinocephalus</i> <i>S. tapeinocephalus</i>			
17	Dec. 16, '55	D	{	2,500	100				<i>S. tapeinocephalus</i>			
18	Jan. 11, '56	Un- known	{						<i>S. tapeinocephalus</i> <i>S. tapeinocephalus</i>			
19	Jan. 15, '56	B	{	1,000	5	10	85		<i>S. tapeinocephalus</i> <i>S. tapeinocephalus</i> <i>S. tapeinocephalus</i>			100

analytical result.

Sex	Average body length in cm.	Average body weight in gr.	Average stomach weight in gr.	Average liver weight in gr.	Average abdominal fat		Average gonad weight		Average water content (%)	Average fat content (%)	Average Vol-N (mg%)	Average water soluble nitrogen (mg%)	Average fatness
					Weight in gr.	Index	Weight in gr.	Index					
Unknown	28.7	303.4			0.9	0.40			70	4.7	9.00		12.70
Unknown	27.7	287.2			0.9	0.38			70	4.2	13.20		13.12
Male	31.8	459.3			3.0	0.94	0	0	71	5.3	9.37		14.25
Female	33.6	524.3			3.0	0.79	0	0	69	6.5	8.73		13.68
Male	36.7	699.5			2.0	0.43	3.2	0.68	71	3.0	20.58		14.16
Female	37.1	706.3			3.0	0.58	3.8	0.75	70	5.2	21.08		13.93
Male	32.9	493.8			4.3	1.12	0	0	65	8.6	21.81		13.79
Female	34.2	547.2			2.5	0.62	0	0	68	5.2	21.61		13.74
Male	33.6	525.9			5.0	1.34	0	0	70	3.6	20.27		13.84
Female	34.4	588.3			8.5	2.07	0	0	70	6.2	19.85		14.47
Male	26.7	251.0			0.3	0.17	0	0	70	3.8		650.46	13.24
Female	27.1	254.0			0.5	0.25	0	0	70	4.5		661.90	12.82
Unknown	27.1	255.3			0.1	0.07			70	4.3		621.88	12.84
Female	23.3	153.8			0.7	0.50	0	0	69	5.6	19.20	661.89	12.11
Unknown	23.4	164.3			0.4	0.33			69	5.6	19.52	648.21	12.61
Male	33.7	559.5			2.7	0.69	0	0	68	6.8			14.65
Female	34.4	562.0			2.1	0.54	0	0	67	8.2			13.85
Male	24.1	190.8			0.5	0.36	0	0	70	5.7	18.38	646.17	13.65
Female	24.8	209.3			1.0	0.66	0	0	67	9.0	18.99	659.74	13.78
Unknown	25.0	222.5			0.5	0.32			67	10.6	14.89	621.88	14.24
Male	32.7	483.1			1.0	0.28	0	0	68	6.6			13.80
Female	33.1	496.6			1.2	0.33	0	0	70	4.0			13.80
Male	26.4	239.5			2.0	1.10	0	0	64	10.9		666.89	13.02
Female	25.7	217.5			2.0	1.20	0	0	69	5.8	16.07	591.91	12.81
Male	24.6	180.8			1.0	0.66	0	0	70	4.0	18.76	646.07	12.12
Female	26.2	228.5			0.8	0.44	0	0	69	4.6	16.03	626.63	12.58
Unknown	24.7	183.8			0.5	0.33			69	4.3	9.60	612.18	12.21
Male	33.2	517.6			5.4	1.50	0	0	69	5.9			14.14
Female	33.7	552.3			5.7	1.50	1.5	0.38	69	5.2			14.51
Male	25.9	229.0			0.9	0.50	0		70	2.9	16.59	908.40	13.20
Female	26.1	235.4			0.7	0.49	0.5	0.29	71	2.9	18.40	743.66	13.17
Male	33.7	568.0			6.4	1.67	0.8	0.18	68	6.6			14.81
Female	33.9	591.0			9.6	2.46	1.8	0.47	65	10.1			15.16
Unknown	33.4	572.0			9.0	2.45			69	5.7			15.36
Male	26.5	254.4			1.3	0.63	2.0	1.16	66	8.1	18.26	683.55	13.53
Female	25.4	225.3			1.0	0.57	0.8	0.39	67	7.5	18.43	631.51	13.23
Male	25.8	239.5			0.9	0.57	2.5	1.43	67	8.7	16.50	684.95	14.00
Female	26.8	261.2			2.0	1.18	0.5	0.25	69	6.2	16.80	761.30	13.57
Unknown	26.8	262.9			1.7	0.89			67	7.4	17.90	698.12	13.58
Male	34.2	520.0			5.7	1.42	2.5	0.62	64	11.3	12.94		13.00
Female	32.6	485.9			5.5	1.60	1.9	0.56	67	6.9	14.03		14.08
Female	29.0	346.5			1.7	0.70	1.1	0.42	69	6.2	14.10		14.15
Male	32.9	558.5			6.7	1.89	11.5	3.24	66	8.6	15.40		15.72
Female	33.6	581.2			5.2	1.36	11.9	3.17	66	9.6	15.06		15.37
Male	23.6	156.0			0.5	0.38	0.7	0.53	73	3.3	17.87	583.59	11.87
Female	23.3	148.5			0.5	0.40	0.5	0.44	72	4.2	17.57	602.75	11.69
Unknown	23.6	159.3			0.5	0.39			72	4.6	15.24	586.71	12.09

Sample number	Date of fishing	Fishing area	Total catch number of traies	Specific composition (%)					Mackerel				
				Mack- erel	Jack- mack- erel	Sardine	Round herring	Ancho- vy	Species	Size composition of mackerel (%)			
										Large	Middle	Small	
20	Jan. 14, '56	D	{		100					<i>S. tapeinocephalus</i> <i>S. tapeinocephalus</i>			
21	Mar. 4, '56	E	{	1,500	10	90				<i>S. tapeinocephalus</i> <i>S. tepeinocephalus</i>	100		
22	Apr. 4, '56	A	{	1,000	80	20				<i>S. tapeinocephalus</i> <i>S. tapeinocephalus</i>			
23	Apr. 10, '56	B	{	1,500	100					<i>S. japonicus</i> <i>S. tapeinocephalus</i> <i>S. tapeinocephalus</i>	60		40
24	May 3, '56	B	{	2,000	5	95				<i>S. japonicus</i> <i>S. japonicus</i>		100	
25	May 14, '56	B	{	800	30	60	10			<i>S. japonicus</i> <i>S. japonicus</i>		100	
26	May 28, '56	B	{	812						<i>S. japonicus</i>			
27	June 7, '56	D	{	1,125	100					<i>S. tapeinocephalus</i> <i>S. tapeinocephalus</i>			
28	July 11, '56	A	{	84	20		80			<i>S. japonicus</i>			100
29	July 17, '56	E	{	750	100					<i>S. tapeinocephalus</i> <i>S. tapeinocephalus</i>			
30	Aug. 1, '56	A	{	100						<i>S. japonicus</i> <i>S. japonicus</i>			
31	Aug. 14, '56	A	{	600	10		90			<i>S. japonicus</i> <i>S. japonicus</i>			100
32	Oct. 1, '56	A	{	400	20		20	60		<i>S. tapeinocephalus</i> <i>S. tapeinocephalus</i>			100
33	Oct. 16, '56	A	{	60	90	10				<i>S. tapeinocephalus</i> <i>S. tapeinocephalus</i>			100
34	Oct. 24, '56	B	{	1,000	10	90				<i>S. tapeinocephalus</i>			100
35	Nov. 4, '56	B	{	1,400		100				<i>S. tapeinocephalus</i> <i>S. tapeinocephalus</i>			100
36	Nov. 3, '56	D	{	2,000	100					<i>S. tapeinocephalus</i> <i>S. tapeinocephalus</i>			
37	Nov. 13, '56	A	{	300		100				<i>S. tapeinocephalus</i> <i>S. tapeinocephalus</i>			100
38	Nov. 12, '56	D	{	1,225	100					<i>S. tapeinocephalus</i> <i>S. tapeinocephalus</i> <i>S. tapeinocephalus</i>			
39	Dec. 3, '56	B	{	1,000	15	85				<i>S. japonicus</i> <i>S. japonicus</i> <i>S. tapeinocephalus</i> <i>S. tapeinocephalus</i>	100		
40	Dec. 2, '56	D	{	3,250	100					<i>S. tapeinocephalus</i> <i>S. tapeinocephalus</i>			
41	Jan. 16, '57	B	{	2,000	80	20				<i>S. tapeinocephalus</i> <i>S. tapeinoc phalus</i>		80	20

Sex	Average body length in cm.	Average body weight in gr.	Average stomach weight in gr.	Average liver weight in gr.	Average abdominal fat		Average gonad weight		Average water content (%)	Average fat content (%)	Average Vol-N (mg%)	Average water soluble nitrogen (mg%)	Average fatness
					Weight in gr.	Index	Weight in gr.	Index					
Female	29.2	350.1			1.9	0.79	0.6	0.24	69	6.9			14.08
Unknown	29.5	357.7			1.9	0.73			70	6.2			13.97
Male	30.7	383.6	2.0		1.7	0.58	18.8	6.65	68	5.9	18.98	809.42	13.26
Female	32.3	473.6	4.0		2.3	0.67	14.0	4.08	66	7.5	17.03	821.78	13.99
Male	27.4	271.8			0	0	28.7	13.74	66	7.9	17.91	610.35	14.08
Female	27.5	298.0			0	0	19.9	9.53	65	8.7	18.62	590.40	14.33
Male	37.7	775.1		5.8	0	0	78.5	14.69	65	9.7	15.88	596.70	14.46
Male	36.4	688.7		6.4	0	0	74.9	15.74	66	9.4	15.49	584.09	14.16
Female	37.6	704.2		12.3	0	0	40.3	7.61	65	10.5	15.94	620.52	13.17
Male	28.6	344.2		3.5	0	0	38.7	16.54	66	6.0	17.34		14.71
Female	28.6	342.4		7.0	0	0	20.2	8.65	67	6.6	18.30	617.91	14.60
Male	28.3	329.2		3.2	0	0	30.6	13.24	66	8.8	15.22	589.30	14.44
Female	28.7	332.9		5.5	0	0	15.3	6.45	65	9.7	14.79	597.90	14.02
Female	29.2	337.4		5.8	0.05	0	15.9	3.95	67	8.2	20.34	612.49	13.53
Male	32.3	470.2		5.1	2.8	0.83	0.2	0.08	65	10.2			13.98
Female	31.8	445.9		4.8	1.5	0.47	0.7	0.21	65	10.3			13.91
Unknown	19.4	82.9	7.2	0.8					73	3.2	16.98	655.32	11.39
Female	33.3	502.3		5.5	0	0	0.8	0.22	66	7.8			13.59
Unknown	33.5	506.4		7.4					67	7.3			13.55
Female	19.4	89.0	2.2	0.9	0	0	0	0	73	2.3	21.01	671.63	12.17
Unknown	20.1	91.9	2.6	0.9					69	6.8	17.54	690.07	11.36
Female	22.4	132.1	3.9	1.3	0	0	0	0	69	7.0	19.66	736.69	11.69
Unknown	22.2	122.8	2.8	1.2					69	7.7	18.73	736.39	11.23
Female	22.0	116.0	2.9		0	0	0	0	69	5.5	16.99	712.82	10.89
Unknown	22.0	120.1	4.2						70	4.5	19.10	670.49	11.26
Female	22.5	132.9	3.5	1.4	0	0	0	0	71	3.5	17.48	652.39	11.73
Unknown	22.2	124.3	3.4	1.4					70	5.0	19.95	667.55	11.44
Unknown	24.9	191.4	6.1	2.2					70	4.4	21.11	694.76	12.46
Female	23.2	150.3	5.9	1.8	0	0	0	0	68	5.7	21.47	698.83	12.01
Unknown	23.7	152.1	4.5	1.6					69	4.9	21.70	667.22	11.41
Female	32.5	457.0	11.1	4.4	0.5	0.15	1.1	0.32	72	3.5	19.68	677.65	13.31
Unknown	32.8	472.2	16.1	4.0	0.1	0.03			71	5.4	16.55	652.43	13.37
Male	24.1	172.8	7.1	2.5	0.3	0.17	0	0	69	6.5	15.44	696.81	12.34
Female	24.4	178.0	6.5	2.1	0.5	0.38	0	0	68	6.3	18.61	693.17	12.32
Male	32.4	469.3	19.1	5.3	1.9	0.54	0	0	70	6.3	19.81	691.52	13.78
Female	32.7	493.2	26.6	5.0	3.2	0.92	1.5	0.43	69	7.3	19.07	722.05	14.18
Unknown	33.3	557.0	9.5	2.5	3.4	0.95			66	7.8	16.86	729.49	15.07
Male	33.6	481.7	11.3	4.0	2.1	0.55	0	0	69	7.3	18.13	564.31	12.73
Female	35.6	623.8	11.1	6.7	3.8	0.84	4.6	1.02	64	11.7	16.48	578.09	13.72
Male	33.9	578.4	11.7	6.7	9.5	2.41	0		64	10.3	19.79	616.52	14.87
Female	34.4	599.0	11.4	7.8	11.6	3.37	2.5	0.45	63	12.7	16.94	612.37	14.79
Male	33.8	570.0		6.1	4.3	1.10	0	0	67	7.9	19.21	799.06	14.71
Female	35.4	524.4		6.1	3.8	1.02	2.0	0.52	69	6.4	18.62	969.67	14.11
Male	28.3	302.9	7.2	3.4	4.2	1.90	0	0	65	10.5	19.41	825.70	13.28
Female	28.6	315.8	8.3	3.5	4.2	1.82	0	0	67	8.6	18.44	752.03	13.49

Sample number	Date of fishing	Fishing area	Total catch number of traies	Specific composition (%)					Mackerel			
				Mack- erel	Jack- mack- erel	Sardine	Round herring	Ancho- vy	Species	Size composition of mackerel (%)		
										Large	Middle	Small
42	Feb. 5, '57	A	{	500	100				<i>S. tapeinocephalus</i> <i>S. tapeinocephalus</i>			
43	Feb. 28, '57	A	{	600	90	10			<i>S. tapeinocephalus</i> <i>S. tapeinocephalus</i>			100
44	May 11, '57	B	{	600					<i>S. tapeinocephalus</i> <i>S. tapeinocephalus</i> <i>S. tapeinocephalus</i>			
45	May 25, '57	D	{	750	100				<i>S. tapeinocephalus</i> <i>S. tapeinocephalus</i>			
46	Aug. 27, '57	A	{	200	10		50	40	<i>S. japonicus</i> <i>S. japonicus</i>			100
47	Sept. 12, '57	B	{	400		100			<i>S. japonicus</i>	100		
48	Oct. 3, '57	B	{	1,375		100			<i>S. japonicus</i> <i>S. japonicus</i> <i>S. tapeinocephalus</i> <i>S. tapeinocephalus</i>			
49	Oct. 20, '57	B	{	200					<i>S. japonicus</i> <i>S. japonicus</i>			100
50	Nov. 13, '57	A	{	900	6	94			<i>S. japonicus</i> <i>S. japonicus</i>			100
51	Nov. 25, '57	B	{	250	20	80			<i>S. japonicus</i> <i>S. japonicus</i>			100
52	Dec. 8, '57	B	{	200	20	80			<i>S. tapeinocephalus</i> <i>S. tapeinocephalus</i>		100	
53	Dec. 22, '57	B	{	2,300	10	90			<i>S. japonicus</i> <i>S. japonicus</i> <i>S. tapeinocephalus</i> <i>S. tapeinocephalus</i>		100	
54	Jan. 7, '58	B	{	2,000	20	80			<i>S. japonicus</i> <i>S. japonicus</i> <i>S. tapeinocephalus</i>	100		
55	Jan. 19, '58	A	{	400	100				<i>S. japonicus</i> <i>S. japonicus</i>			100
56	Feb. 8, '58	B	{	264	80	20			<i>S. japonicus</i> <i>S. japonicus</i> <i>S. tapeinocephalus</i>	10	40	50
57	Mar. 24, '58	A	{	600	1	99			<i>S. japonicus</i> <i>S. japonicus</i>			
58	June 9, '58	D	{	200	13	87			<i>S. tapeinocephalus</i> <i>S. tapeinocephalus</i>	100		
59	June 22, '58	B	{	2,000	94	6			<i>S. tapeinocephalus</i> <i>S. tapeinocephalus</i>	100		
60	July 8, '58	B	{	925		100			<i>S. tapeinocephalus</i> <i>S. tapeinocephalus</i>			100
61	Aug. 7, '58	A	{	150	2		78	20	<i>S. japonicus</i> <i>S. japonicus</i> <i>S. japonicus</i>			100

Sex	Average body length in cm.	Average body weight in gr.	Average stomach weight in gr.	Average liver weight in gr.	Average abdominal fat		Average gonad weight		Average water content (%)	Average fat content (%)	Average Vol-N (mg%)	Average water soluble nitrogen (mg%)	Average fatness
					Weight in gr.	Index	Weight in gr.	Index					
Male	31.9	494.3			0	0	22.7	6.86	64	11.2	10.95	546.06	15.23
Female	31.9	495.0			0	0	25.9	7.31	65	10.3	13.58	523.87	15.20
Female	23.9	169.1	7.2	2.2	0	0	0.3	0.24	70	4.4	19.12	689.27	12.39
Unknown	24.1	164.8	3.3	1.6					70	3.9	14.83	655.22	11.73
Male	30.5	401.8	7.5	6.2	1.9	0.66	4.5	1.62	66	8.1	19.27	704.46	14.12
Female	29.4	353.4	6.2	5.8	1.0	0.37	6.9	2.79	67	7.5	17.42	688.78	13.19
Unknown	30.7	402.0	7.3	6.5	2.3	0.79			63	11.0	21.01	702.36	13.89
Male	33.1	500.7		6.7	0	0	0	0	71	4.3	18.29	688.71	13.86
Female	33.1	499.3		6.7	0	0	0	0	65	9.1	21.38	680.10	13.78
Female	23.8	165.3	10.1	1.9	0	0	0	0	71	4.7	19.88	655.70	12.26
Unknown	23.7	161.3	7.4	2.0					70	5.3	20.97	675.82	12.04
Female	24.3	167.7	4.6	1.6			0	0	73	3.1	18.46	655.34	11.66
Male	30.3	340.3	6.9	2.8			0	0	72	4.4	17.86	651.18	12.22
Female	30.8	350.0	9.8	3.3			0	0	74	2.4	19.12	668.98	12.03
Male	30.7	370.5	17.3	3.6			0	0	73	4.1	20.59	682.09	12.76
Female	30.5	368.5	14.4	3.4			0	0	70	6.1	19.10	646.67	12.99
Male	25.4	210.5	5.9	3.2			0	0	71	4.5	23.46	634.96	12.81
Female	25.0	202.8	5.0	3.0			0	0	71	4.3	20.21	643.37	12.97
Male	23.7	152.3	2.9	1.7	0.5	0.38	0	0	72	3.7	18.19	619.95	11.50
Female	23.2	152.8	3.4	1.5	0.5	0.41	0	0	71	4.5	15.33	638.15	12.31
Male	23.0	150.3	3.2	1.7	0.5	0.41	0	0	72	2.9	17.98	604.42	12.30
Female	23.2	151.5	3.6	2.1	0.5	0.40	0.7	0.52	71	4.2	16.45	629.20	12.05
Male	32.5	499.4	7.5	7.2	5.0	1.45	0	0	68	5.8	18.01	631.30	14.58
Female	31.9	457.0	7.4	5.9	1.7	0.54	1.4	0.42	71	2.7	18.65	656.78	14.25
Male	33.5	515.8	12.3	5.5	3.3	0.87	1.0	0.19	68	8.7	19.37	613.61	13.71
Female	32.6	471.7	11.7	5.1	2.8	0.78	1.8	0.52	67	9.3	17.00	579.97	13.55
Male	32.8	467.0	9.1	4.5	1.5	0.43	0	0	67	7.6	19.80	647.96	13.23
Female	31.9	471.0	13.6	6.0	3.5	1.05	0.5	0.17	69	6.2	19.07	684.93	14.51
Male	32.6	439.8	7.4	3.8	1.5	0.42	0.4	0.12	70	5.8	16.30	610.85	12.64
Female	32.6	450.0	9.9	3.8	1.2	0.35	4.1	1.18	69	7.9	15.77	605.55	12.99
Male	33.0	483.0	13.8	4.1	6.0	1.67	0	0	66	8.7	18.09	652.22	13.44
Male	26.7	246.8	3.4	2.2	0.7	0.34	5.6	2.76	67	8.2	14.20	598.82	12.94
Female	26.2	220.2	3.4	2.1	0.5	0.27	1.8	0.99	67	3.4	18.30	573.31	12.26
Male	39.5	875.0	10.1	7.8	1.4	0.23	26.1	4.27	72	8.6	11.40	648.95	14.16
Female	39.8	866.3	9.4	9.1	5.0	0.80	12.1	1.90	67	12.2	12.71	601.38	13.75
Female	38.4	830.0	10.6	8.2	4.8	0.85	8.9	1.57	65	10.9	14.55	726.09	14.66
Male	27.9	325.4	5.4	3.6	0.5	0.23	26.7	12.27	65	10.3	18.90	610.10	14.98
Female	28.7	350.4	7.7	7.7	0.8	0.33	14.8	6.18	65	10.7	18.22	665.81	14.79
Male	33.9	521.4	10.0	6.8	1.4	0.37	1.0	0.25	64	5.7	19.62	648.20	13.40
Female	34.0	530.0	10.3	7.3	1.3	0.33	3.0	0.76	69	4.6	20.63	652.12	13.54
Male	33.5	508.0	7.3	6.4	2.7	0.72	0.7	0.18	69	4.2	19.14	691.30	13.49
Female	33.9	528.4	7.0	6.7	2.7	0.70	1.8	0.47	69	6.1	17.32	690.20	13.55
Male	34.0	552.1	18.6	6.8	2.9	0.76	0.6	0.16	67	7.3	16.89	685.55	14.11
Female	34.8	573.5	11.9	7.9	1.8	0.44	2.3	0.55	68	4.9	17.14	674.23	13.58
Male	21.3	115.0	4.0	1.0			0	0	69	4.7	20.68	568.18	11.90
Female	21.5	127.7	3.4	1.4			0	0	71	6.0	16.44	638.61	12.72
Unknown	21.4	122.0	4.5	1.3					70	9.9	17.38	642.26	12.55

Sample number	Date of fishing	Fishing area	Total catch number of traies	Specific composition (%)					Mackerel			
				Mack- erel	Jack- mack- erel	Sardine	Round herring	Ancho- vy	Species	Size composition of mackerel (%)		
										Large	Middle	Small
62	June 7, '59	D	2,000	20	80				<i>S. tapeinocephalus</i> <i>S. tapeinocephalus</i>	100		
63	Oct. 2, '59	C	600	100					<i>S. japonicus</i> <i>S. japonicus</i> <i>S. tapeinocephalus</i> <i>S. tapeinocephalus</i>			
64	Nov. 17, '59	A	1,500	60	40				<i>S. tapeinocephalus</i>		100	
65	Nov. 29, '59	A	2,500	90	10				<i>S. tapeinocephalus</i> <i>S. japonicus</i> <i>S. tapeinocephalus</i>		100	
66	Jan. 25, '60	D	2,100	10	90				<i>S. japonicus</i> <i>S. japonicus</i>		100	
67	Feb. 14, '60	C	1,400	10	90				<i>S. japonicus</i> <i>S. japonicus</i>			
68	Apr. 17, '60	D	6,000	100					<i>S. japonicus</i> <i>S. japonicus</i>			
69	May 31, '60	B	500	1	99				<i>S. japonicus</i> <i>S. japonicus</i>	50	50	
70	June 15, '60	Tsushima	5,000	0.1	99.9				<i>S. japonicus</i> <i>S. japonicus</i>		100	
71	June 28, '60	C	3,000	5	95				<i>S. japonicus</i> <i>S. japonicus</i>	15	70	15
72	July 17, '60	B	500	100					<i>S. japonicus</i> <i>S. japonicus</i> <i>S. japonicus</i>		100	
73	Sept. 11, '60	B	2,000	100					<i>S. japonicus</i> <i>S. japonicus</i> <i>S. japonicus</i>		60	40
74	Sept. 21, '60	A	600	20	60		20		<i>S. tapeinocephalus</i> <i>S. tapeinocephalus</i>			100
75	Oct. 11, '60	C	1,400	10	90				<i>S. japonicus</i> <i>S. japonicus</i>		100	

Sex	Average body length in cm.	Average body weight in gr.	Average stomach weight in gr.	Average liver weight in gr.	Average abdominal fat		Average gonad weight		Average water content (%)	Average fat content (%)	Average Vol-N (mg%)	Average water soluble nitrogen (mg%)	Average fatness
					Weight in gr.	Index	Weight in gr.	Index					
Male	33.8	537.0	12.1	7.9	1.7	0.44	1.3	0.34	66	5.8	21.85	742.69	13.86
Female	33.9	531.0	10.9	8.8	1.8	0.45	3.6	0.92	69	4.9	24.45	742.70	13.65
Male	32.0	415.7	12.5	3.2	1.6	0.45	0.1	0.07	70	8.5	21.54	620.24	12.62
Female	32.1	428.0	11.2	3.4	1.7	0.51	2.0	0.62	68	7.4	23.17	657.03	12.94
Male	33.4	460.0	14.5	3.4	0.5	0.13	0	0	69	8.9	—	606.78	12.35
Female	33.1	475.0	9.5	3.8	5.2	1.30	2.3	0.65	66	11.3	21.46	625.40	12.91
Female	29.9	388.5	5.6	5.8	3.8	1.40	1.1	0.40	62	13.7	20.44	673.56	14.57
Male	27.6	296.7	4.6	3.8	2.0	1.00	2.1	1.58	62	13.8	17.97	622.69	14.06
Unknown	29.0	355.0	7.0	4.1	2.8	1.14			66	6.5	15.93	653.12	14.56
Male	28.0	303.3	3.9	3.1	1.5	0.66	4.7	1.53	62	13.4	17.41	644.58	13.79
Male	34.2	570.0	21.5	6.0	1.4	0.36	13.4	3.34	67	7.4	16.38	621.29	14.30
Female	34.0	562.5	14.8	6.5	2.5	0.66	13.8	3.38	68	7.8	15.74	660.90	14.21
Male	29.3	340.0	13.2	3.8	0.6	0.25	0.4	0.16	70	5.2	17.06	610.24	13.56
Female	30.1	379.3	15.6	4.9	1.8	0.66	4.4	1.65	68	7.5	15.49	597.96	13.93
Male	30.8	452.0	6.0	3.0	0.4	0.15	26.7	9.18	65	9.1	17.78	716.73	15.56
Female	31.1	426.0	6.2	5.6	0.5	0.18	14.8	4.89	61	12.8	16.53	715.05	14.09
Male	32.5	513.3	5.4	5.7	0.9	0.27	41.0	11.54	67	6.1	15.70	791.56	14.88
Female	33.9	573.8	6.4	10.7	0.6	0.15	26.4	6.81	65	8.8	14.81	828.09	14.65
Male	28.6	341.1	10.2	3.1	0.2	0.07	34.1	14.52	66	7.2	10.54	913.44	14.59
Female	28.8	343.0	9.0	6.1	0.6	0.25	12.5	5.39	64	10.8	10.52	884.48	14.32
Male	32.2	470.0	8.0	4.8	0.9	0.28	16.2	4.85	64	10.1	19.53	680.07	14.07
Female	31.5	430.8	7.6	6.3	0.8	0.24	9.6	3.08	67	7.6	19.97	700.03	13.78
Male	30.8	345.0	5.2	2.3	0	0	1.3	0.44	64	9.7	25.20	671.60	11.81
Female	30.3	356.3	5.8	3.1	0.3	0.10	1.8	0.81	64	10.1	23.91	701.63	12.85
Unknown	29.4	315.0	5.8	1.9	0	0			69	4.1	24.50	791.48	12.40
Male	32.0	433.3	7.0	4.6	1.2	0.35	0.6	0.18	68	6.3	19.32	707.39	13.20
Female	32.4	424.5	7.9	3.5	1.1	0.30	2.2	0.64	71	4.6	19.53	729.29	12.45
Unknown	33.4	450.0	5.9	3.5	4.6	1.23			69	7.1	16.80	661.58	12.08
Male	22.3	136.1	2.5	1.3	0.3	0.28	0	0	70	3.6	20.86	765.58	12.07
Female	22.0	124.1	2.5	1.4	0.3	0.24	0	0	69	4.5	20.83	690.90	11.58
Male	32.2	449.0	14.1	4.1	1.5	0.45	0.3	0.09	70	4.6	21.78	758.89	13.41
Female	32.8	440.0	8.9	4.1	0.6	0.16	2.6	0.72	71	3.8	22.48	751.70	12.42

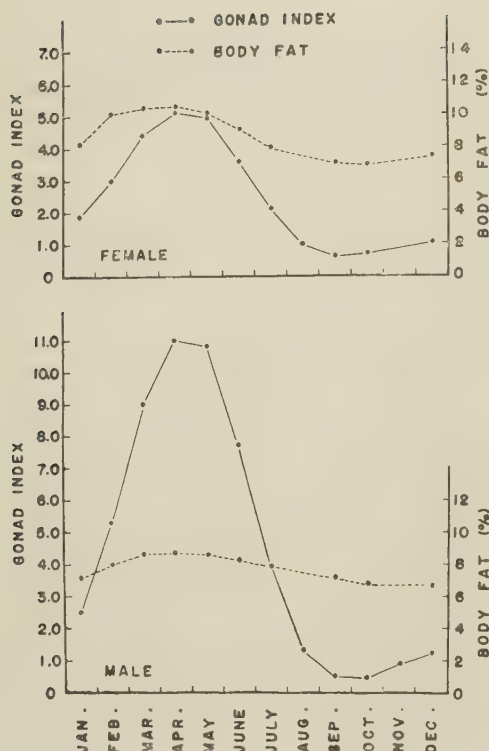


Fig. 4. The amount of body fat in relation to gonad index, with regard to HON-SABA (*S. japonicus*).

$$\text{Gonad index} = \frac{G. W.}{L^3} \times 10^4$$

ようにサバ雄雌いずれも11月頃より体脂肪は漸次増加の傾向を示し、翌年の4月頃を最高にその後次第に減少し夏季に至って最低となっている。ゴマサバの雄雌についてはホンサバより増加時期が早く、9、10月頃にみられ、最大値は2～3月である。又、生殖腺との関連を見ると生殖腺が最大値に達する4月頃に体脂肪も最大値を示している。この結果で判るように体脂肪と産卵とは直接的な関係はないものと思われる。

生殖腺と腹部脂肪

前記体脂肪と生殖腺との関係を見ると同時に腹部脂肪と生殖腺との関係をFig. 6, 7 に示した。ここに使用した数値はいずれも指数で表わした。(腹部脂肪指数=腹部脂肪重量/ $L^3 \times 10^4$ 、及び生殖腺指数=生殖腺重量/ $L^3 \times 10^4$) 図で明らかな様にホンサバ、ゴマサバ共に生殖腺の発達しはじめる1月頃より

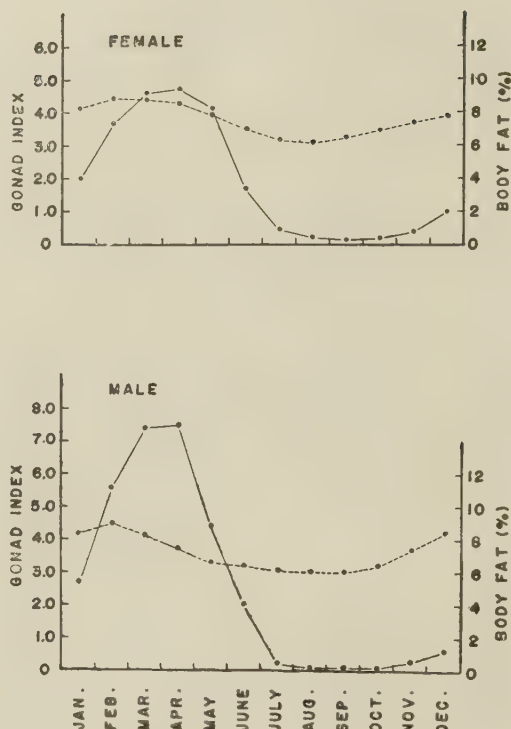


Fig. 5. The amount of body fat in relation to gonad index, with regard to GOMA-SABA (*S. tapeinocephalus*).

$$\text{Gonad index} = \frac{G. W.}{L^3} \times 10^4$$

り腹部脂肪は急激に減少し、4月の産卵盛期には最小値となり産卵盛期を過ぎる6月頃から増加しはじめ、12月から翌年1月に最大値となる。以上の結果から生殖腺の形成と腹部脂肪は密接な関連を持つものと考えられる。

体長の相違と体脂肪量

前田等²⁾は天草西沖の揚繰網で獲れたサバについて化学調査を行い、魚体の成長に伴って体脂肪量も増大することを述べている。筆者等も試料採取の際、時期により五島灘および五島西沖で漁獲される小型魚と大型魚との関連を知るために体長19.0cm以上を6階級に分けて体脂肪量を調べ、Fig. 8, 9 に示すような結果を得た。図によると、ホンサバ、ゴマサバ何れも成長するに従って脂肪量も多く、当才時の19.0～27.0cm級と3～4年魚と推定される37.0cm以上とでは体脂肪量において4～5%の相違があ

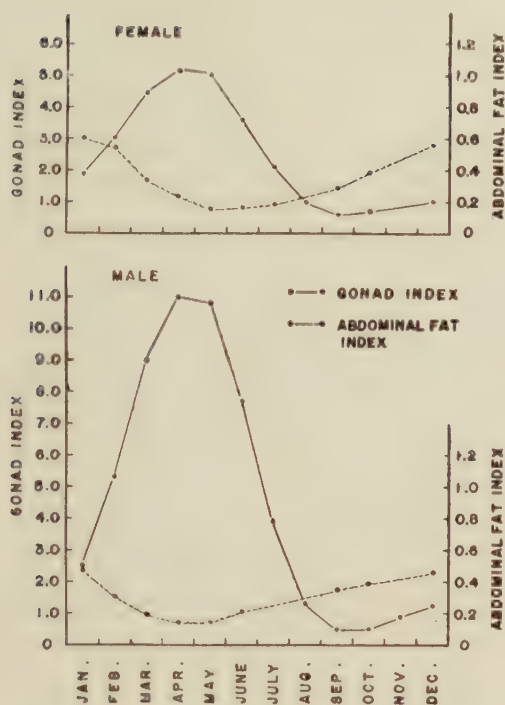


Fig. 6. The relation between the abdominal fat index and the gonad index, with regard to HON-SABA (*S. japonicus*).

$$\text{Abdominal fat index} = \frac{A. F. W.}{L^3} \times 10^4$$

$$\text{Gonad index} = \frac{G. W.}{L^3} \times 10^4$$

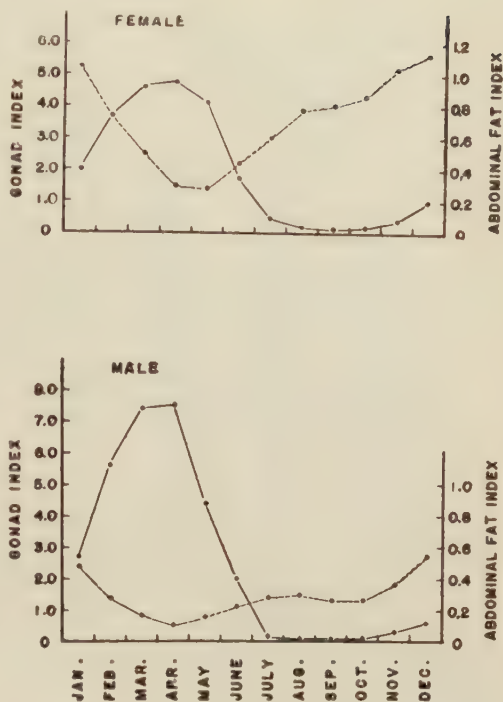


Fig. 7. The relation between the abdominal fat index and the gonad index, with regard to GOMA-SABA (*S. tapeinocephalus*).

$$\text{Abdominal fat index} = \frac{A. F. W.}{L^3} \times 10^4$$

$$\text{Gonad index} = \frac{G. W.}{L^3} \times 10^4$$

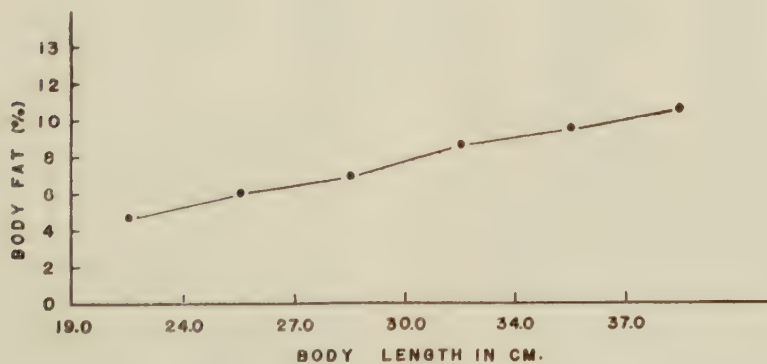


Fig. 8. The amount of body fat in HON-SABA (*S. japonicus*) of various lengths.

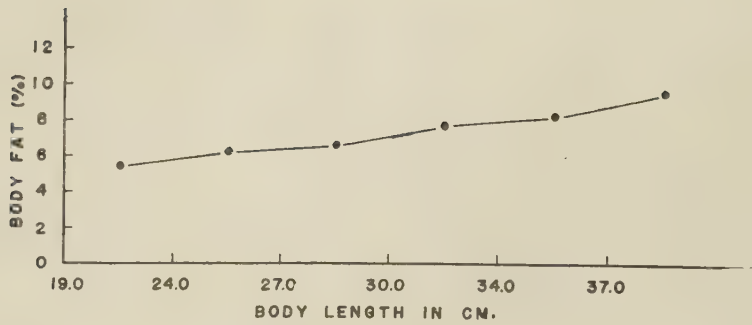


Fig. 9. The amount of body fat in GOMA-SABA (*S. tapeinocephalus*) of various lengths.

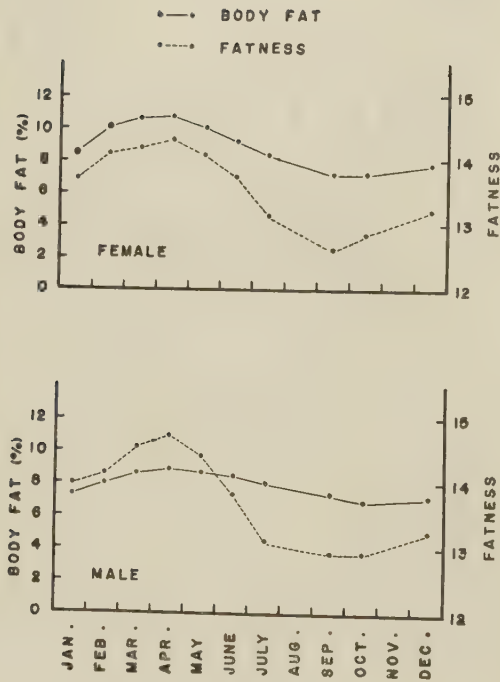


Fig. 10. The relation of body fat to fatness, with regard to HON-SABA (*S. japonicus*).

$$\text{Fatness} = \frac{B. W.}{L^3} \times 10^3$$

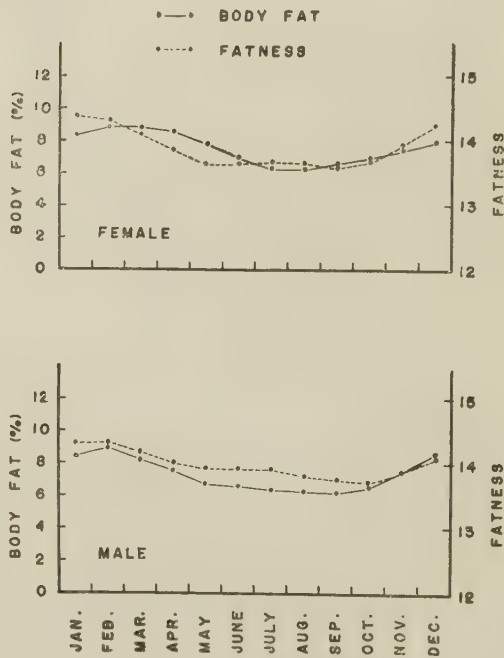


Fig. 11. The relation of body fat to fatness, with regard to GOMA-SABA (*S. tapeinocephalus*).

$$\text{Fatness} = \frac{B. W.}{L^3} \times 10^3$$

る。此の結果からしても当才魚と1才以上のものとは区別して検討すべきであろう。

肥満度と体脂肪量

肥満度は一般生物調査で取扱っている $F=B.W/L^3 \times 10^3$ (但し F = 肥満指数, L = 体長, $B.W.$ = 体重) で表わした。Fig. 10, 11でわかる様にホンサバの1才以上雄雌何れも1月頃から生殖腺の増加と共に肥満度も大きくなり産卵期近くでは、14.3~14.7の範囲にあり産卵後から漸次小さくなり8~9月には12.6~12.9となっている。ゴマサバでは雄雌ともホンサバ程顕著ではなく肥満度の最大は1~2月の14.3~14.4で以後減少を始め、ホンサバ同様夏季に至って13.6~13.7になっている。これらは生殖腺と密接な関係があるが、何れにしても肥満度が大きくなれば体脂肪も平行的に増加して来る。このことは前に述べたように生殖腺と体脂肪の関連がうすいことを意味しているものと考えられる。

漁場別による体脂肪量と体長

ホンサバ、ゴマサバ共に体脂肪の季節変化は類似した傾向にあることは先に述べたが両種が形態的及び生態的に異なるものとして生物学方面でもいろいろの角度から調査研究が進められている。このことは化学部門においても興味あるものとして今迄にも多数の報告がなされている。東支那海及び九州西海域ではホンサバの漁獲がゴマサバより比較的少く、又或る時期や漁場に集約される傾向が強い。そこで比較的ホンサバの漁獲が多い時期(11, 12, 1, 2月)を選び Fig. 1に示した漁場の中、当才魚の多い五島灘と試料数の少いコシキ薩南海域漁場を除いた三漁場について1才魚以上とみなされるものを対象に体脂肪量の比較を行った。その結果は Fig. 12で判る様に、ホンサバでは五島西沖漁場、済州島漁場共に体脂肪量8.8%これに比べ東支那海漁場のものは7.6%で幾分少い。ゴマサバは五島西沖漁場で7.7%、東支那海漁場が7.1%で済州島漁場の6.0%よりやや多い。以上の説明の如く、どの漁場でもゴマサバに比べてホンサバの方が体脂肪量は多い。一方、これを若年魚(当才魚 $F.L.$ 19.0~28.0cm)とみなされる五島灘漁場のものについて7, 8, 9月の夏季と10, 11, 12, 1月の秋冬季に分けて比較した。その結果は Fig. 13に示すように、前記1才魚以上と同じ結果を得た。又、夏季と秋冬季とではホンサバ、ゴマサバ双方とも秋冬季に体脂肪は多い。次に前記五漁場の中、コシキ薩南海域を除いた四漁場のホン

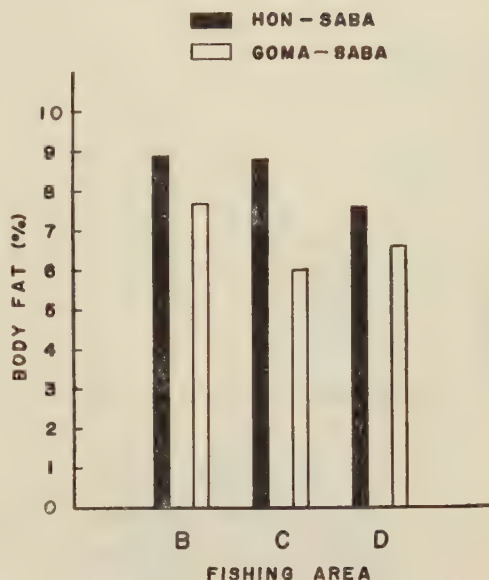


Fig. 12. The local variations of body fat of HON-SABA (*S. japonicus*) and GOMA-SABA (*S. tapeinocephalus*) in Nov.~Feb.



Fig. 13. The amount of body fat, with regard to HON-SABA (*S. japonicus*) and GOMA-SABA (*S. tapeinocephalus*) caught in the fishing area south to the Goto Islands.

サバ、ゴマサバを混みにした漁場別体長組成を Fig. 14に示した。図で明らかなように五島灘では平均24.0~25.0cm, 五島西沖、済州島、及び東支那海漁場では何れも平均31.0~33.0cmの大型魚である。

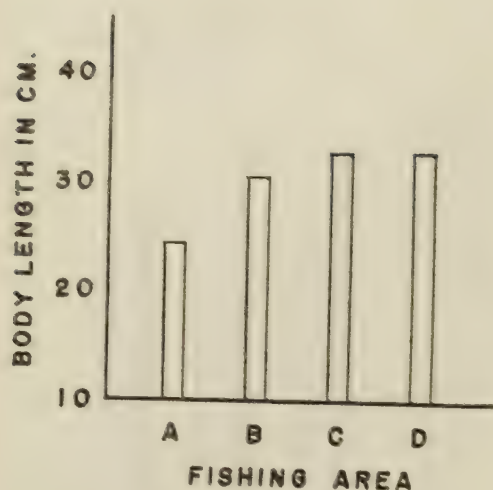


Fig. 14. Body length of HON-SABA (*S. japonicus*) and GOMA-SABA (*S. tapeinocephalus*) (both mixed), according to the fishing area in which they were caught.

体脂肪量と水溶性窒素量

体脂肪量と水溶性窒素量の関係は、魚の成長や栄養状態を示す重要な指標である。本研究では、HON-SABAとGOMA-SABAの体脂肪量と水溶性窒素量を測定し、その関係を調査した。結果として、体脂肪量が増加するにつれて、水溶性窒素量も増加する傾向が観察された。これは、魚の成長に伴って、体脂肪の蓄積と水溶性窒素の増加が同時に起こることを示している。また、水溶性窒素量は、魚の代謝活動やエネルギー消費と関連していると考えられる。したがって、体脂肪量と水溶性窒素量の関係を分析することで、魚の栄養状態や成長状況を評価することが可能である。

水溶性窒素量と体脂肪量の関係

水溶性窒素量と体脂肪量の関係は、魚の成長や栄養状態を示す重要な指標である。本研究では、HON-SABAとGOMA-SABAの水溶性窒素量と体脂肪量を測定し、その関係を調査した。結果として、水溶性窒素量が増加するにつれて、体脂肪量も増加する傾向が観察された。これは、魚の成長に伴って、水溶性窒素の増加と体脂肪の蓄積が同時に起こることを示している。また、体脂肪量は、魚の代謝活動やエネルギー消費と関連していると考えられる。したがって、水溶性窒素量と体脂肪量の関係を分析することで、魚の栄養状態や成長状況を評価することが可能である。

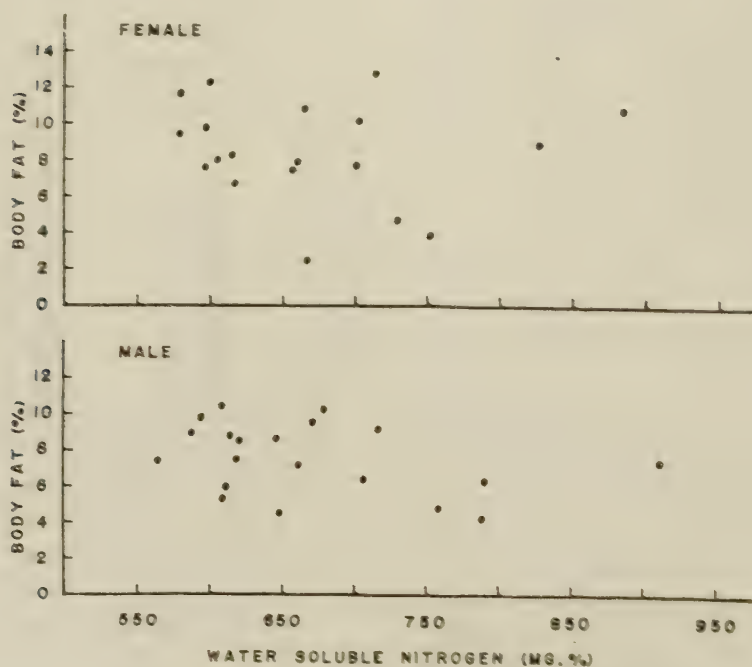


Fig. 15. The relation of water soluble nitrogen to the amount of body fat, with regard to HON-SABA (*S. japonicus*).

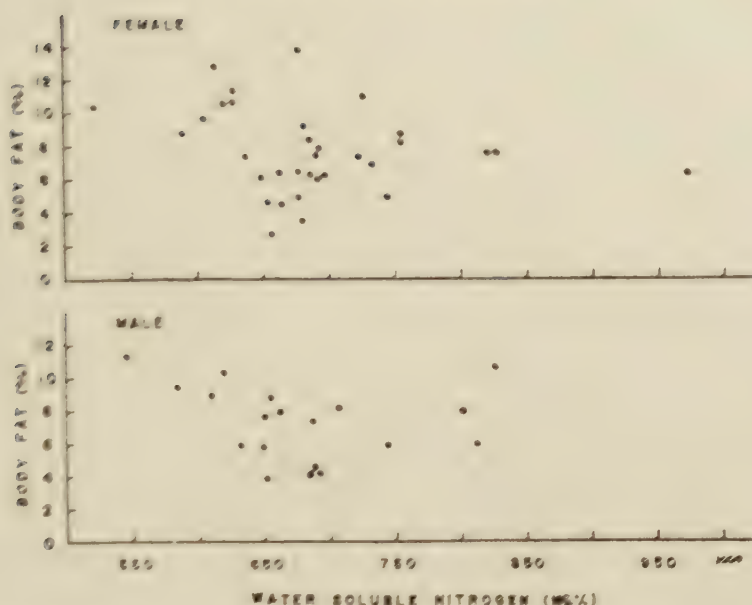


Fig. 15. The relation of water soluble nitrogen to the amount of body fat, with regard to GOMA-SABA (*S. tapeinocephalus*).

張

一、政治
 二、經濟
 三、文化
 四、教育
 五、社會
 六、宗教
 七、藝術
 八、科學
 九、法律
 十、軍事
 十一、外交
 十二、內政
 十三、財政
 十四、稅收
 十五、金融
 十六、貿易
 十七、工業
 十八、農業
 十九、交通
 二十、通訊
 二十一、郵政
 二十二、電報
 二十三、電話
 二十四、無線電
 二十五、電影
 二十六、戲劇
 二十七、音樂
 二十八、美術
 二十九、文學
 三十、歷史
 三十一、地理
 三十二、自然科學
 三十三、社會科學
 三十四、醫學
 三十五、衛生
 三十六、體育
 三十七、娛樂
 三十八、休閒
 三十九、旅遊
 四十、環境
 四十一、能源
 四十二、礦業
 四十三、林業
 四十四、漁業
 四十五、牧業
 四十六、水產
 四十七、畜牧
 四十八、養殖
 四十九、狩獵
 五十、釣魚
 五十一、登山
 五十二、滑雪
 五十三、游泳
 五十四、網球
 五十五、足球
 五十六、籃球
 五十七、排球
 五十八、棒球
 五十九、高爾夫
 六十、馬術
 六十一、賽車
 六十二、摩托車
 六十三、自行車
 六十四、飛機
 六十五、輪船
 六十六、火車
 六十七、地鐵
 六十八、巴士
 六十九、的士
 七十、人力車
 七十一、腳踏車
 七十二、單車
 七十三、溜冰
 七十四、滑冰
 七十五、溜旱冰
 七十六、溜冰鞋
 七十七、溜冰場
 七十八、溜冰隊
 七十九、溜冰教練
 八十、溜冰比賽
 八十一、溜冰表演
 八十二、溜冰服裝
 八十三、溜冰器材
 八十四、溜冰運動
 八十五、溜冰愛好者
 八十六、溜冰俱樂部
 八十七、溜冰學校
 八十八、溜冰訓練營
 八十九、溜冰夏令營
 九十、溜冰冬令營
 九十一、溜冰假期
 九十二、溜冰週末
 九十三、溜冰節日
 九十四、溜冰慶典
 九十五、溜冰盛會
 九十六、溜冰嘉年華
 九十七、溜冰狂歡
 九十八、溜冰派對
 九十九、溜冰聚會
 一百、溜冰約會

- [illegible]

4. 1922. 1923. 1924. 1925. 1926. 1927. 1928. 1929. 1930. 1931. 1932. 1933. 1934. 1935. 1936. 1937. 1938. 1939. 1940. 1941. 1942. 1943. 1944. 1945. 1946. 1947. 1948. 1949. 1950. 1951. 1952. 1953. 1954. 1955. 1956. 1957. 1958. 1959. 1960. 1961. 1962. 1963. 1964. 1965. 1966. 1967. 1968. 1969. 1970. 1971. 1972. 1973. 1974. 1975. 1976. 1977. 1978. 1979. 1980. 1981. 1982. 1983. 1984. 1985. 1986. 1987. 1988. 1989. 1990. 1991. 1992. 1993. 1994. 1995. 1996. 1997. 1998. 1999. 2000. 2001. 2002. 2003. 2004. 2005. 2006. 2007. 2008. 2009. 2010. 2011. 2012. 2013. 2014. 2015. 2016. 2017. 2018. 2019. 2020. 2021. 2022. 2023. 2024. 2025. 2026. 2027. 2028. 2029. 2030. 2031. 2032. 2033. 2034. 2035. 2036. 2037. 2038. 2039. 2040. 2041. 2042. 2043. 2044. 2045. 2046. 2047. 2048. 2049. 2050. 2051. 2052. 2053. 2054. 2055. 2056. 2057. 2058. 2059. 2060. 2061. 2062. 2063. 2064. 2065. 2066. 2067. 2068. 2069. 2070. 2071. 2072. 2073. 2074. 2075. 2076. 2077. 2078. 2079. 2080. 2081. 2082. 2083. 2084. 2085. 2086. 2087. 2088. 2089. 2090. 2091. 2092. 2093. 2094. 2095. 2096. 2097. 2098. 2099. 2100. 2101. 2102. 2103. 2104. 2105. 2106. 2107. 2108. 2109. 2110. 2111. 2112. 2113. 2114. 2115. 2116. 2117. 2118. 2119. 2120. 2121. 2122. 2123. 2124. 2125. 2126. 2127. 2128. 2129. 2130. 2131. 2132. 2133. 2134. 2135. 2136. 2137. 2138. 2139. 2140. 2141. 2142. 2143. 2144. 2145. 2146. 2147. 2148. 2149. 2150. 2151. 2152. 2153. 2154. 2155. 2156. 2157. 2158. 2159. 2160. 2161. 2162. 2163. 2164. 2165. 2166. 2167. 2168. 2169. 2170. 2171. 2172. 2173. 2174. 2175. 2176. 2177. 2178. 2179. 2180. 2181. 2182. 2183. 2184. 2185. 2186. 2187. 2188. 2189. 2190. 2191. 2192. 2193. 2194. 2195. 2196. 2197. 2198. 2199. 2200. 2201. 2202. 2203. 2204. 2205. 2206. 2207. 2208. 2209. 2210. 2211. 2212. 2213. 2214. 2215. 2216. 2217. 2218. 2219. 2220. 2221. 2222. 2223. 2224. 2225. 2226. 2227. 2228. 2229. 2230. 2231. 2232. 2233. 2234. 2235. 2236. 2237. 2238. 2239. 2240. 2241. 2242. 2243. 2244. 2245. 2246. 2247. 2248. 2249. 2250. 2251. 2252. 2253. 2254. 2255. 2256. 2257. 2258. 2259. 2260. 2261. 2262. 2263. 2264. 2265. 2266. 2267. 2268. 2269. 2270. 2271. 2272. 2273. 2274. 2275. 2276. 2277. 2278. 2279. 2280. 2281. 2282. 2283. 2284. 2285. 2286. 2287. 2288. 2289. 2290. 2291. 2292. 2293. 2294. 2295. 2296. 2297. 2298. 2299. 2300. 2301. 2302. 2303. 2304. 2305. 2306. 2307. 2308. 2309. 2310. 2311. 2312. 2313. 2314. 2315. 2316. 2317. 2318. 2319. 2320. 2321. 2322. 2323. 2324. 2325. 2326. 2327. 2328. 2329. 2330. 2331. 2332. 2333. 2334. 2335. 2336. 2337. 2338. 2339. 2340. 2341. 2342. 2343. 2344. 2345. 2346. 2347. 2348. 2349. 2350. 2351. 2352. 2353. 2354. 2355. 2356. 2357. 2358. 2359. 2360. 2361. 2362. 2363. 2364. 2365. 2366. 2367. 2368. 2369. 2370. 2371. 2372. 2373. 2374. 2375. 2376. 2377. 2378. 2379. 2380. 2381. 2382. 2383. 2384. 2385. 2386. 2387. 2388. 2389. 2390. 2391. 2392. 2393. 2394. 2395. 2396. 2397. 2398. 2399. 2400. 2401. 2402. 2403. 2404. 2405. 2406. 2407. 2408. 2409. 2410. 2411. 2412. 2413. 2414. 2415. 2416. 2417. 2418. 2419. 2420. 2421. 2422. 2423. 2424. 2425. 2426. 2427. 2428. 2429. 2430. 2431. 2432. 2433. 2434. 2435. 2436. 2437. 2438. 2439. 2440. 2441. 2442. 2443. 2444. 2445. 2446. 2447. 2448. 2449. 2450. 2451. 2452. 2453. 2454. 2455. 2456. 2457. 2458. 2459. 2460. 2461. 2462. 2463. 2464. 2465. 2466. 2467. 2468. 2469. 2470. 2471. 2472. 2473. 2474. 2475. 2476. 2477. 2478. 2479. 2480. 2481. 2482. 2483. 2484. 2485. 2486. 2487. 2488. 2489. 2490. 2491. 2492. 2493. 2494. 2495. 2496. 2497. 2498. 2499. 2500. 2501. 2502. 2503. 2504. 2505. 2506. 2507. 2508. 2509. 2510. 2511. 2512. 2513. 2514. 2515. 2516. 2517. 2518. 2519. 2520. 2521. 2522. 2523. 2524. 2525. 2526. 2527. 2528. 2529. 2530. 2531. 2532. 2533. 2534. 2535. 2536. 2537. 2538. 2539. 2540. 2541. 2542. 2543. 2544. 2545. 2546. 2547. 2548. 2549. 2550. 2551. 2552. 2553. 2554. 2555. 2556. 2557. 2558. 2559. 2560. 2561. 2562. 2563. 2564. 2565. 2566. 2567. 2568. 2569. 2570. 2571. 2572. 2573. 2574. 2575. 2576. 2577. 2578. 2579. 2580. 2581. 2582. 2583. 2584. 2585. 2586. 2587. 2588. 2589. 2590. 2591. 2592. 2593. 2594. 2595. 2596. 2597. 2598. 2599. 2600. 2601. 2602. 2603.

5. 肥満度と体脂肪量は比例関係にある。
6. 自場飼ハバチの雄とメスの体脂肪量の平均値を比較したところ、雄の体脂肪量はメスの体脂肪量より多い傾向がある。また、雄の体脂肪量はメスの体脂肪量より多い傾向がある。
7. 産卵後体脂肪量はオランダバチは5～6月から増加し始めるが、メスは産卵後体脂肪量はオランダバチより多い傾向がある。

文 射

- 1) 山田正太郎, 山田七郎, 飯田綾子 (1956) アサギの
胃腸消化機能の調査, 水産学
- 2) 山田正太郎, 飯田綾子 (1956) 魚類の消化機能
調査, 第2回シンポジウム発表論文, 水産学
- 3) 飯田綾子, 山田正太郎, 厚生の雑誌
- 4) 山田正太郎, 飯田綾子, 水産学
- 5) 山田正太郎, 飯田七郎, 飯田綾子 (1956) 魚類の
消化機能の調査, 水産学
- 6) 山田正太郎, 飯田七郎, 飯田綾子 (1956) 魚類の消化機能
調査, 水産学
- 7) 飯田綾子, 山田正太郎 (1955) 魚類の消化機能
調査, 水産学
- 8) 飯田綾子, 山田正太郎, 飯田七郎 (1956) 魚類の消化機能
調査, 水産学

非 売 品

昭和36年3月20日印刷

昭和36年3月25日発行

水産庁西海区水産研究所

長崎市丸尾町3丁目5番地

印刷人 毎 熊 儀 一

印刷所 同文印刷株式会社

長崎市尾上町無番地

電話 ② 3059・5259

CONTENTS

| | Page |
|---|------|
| Studies on the Discoloration of Oily Fishes—Ⅰ On the Method
of Measuring the Discipitation of Oily Fishes through the
Precipitation of Lead Compounds with Oxydized Acid. | |
| by Shigeshi MASUDA and Fumiko SHINOHARA..... | 1 |
| Studies on the Staple Fish for Meat Jellies | |
| Ⅱ Swelling of Skeletal Muscle of Bottom Fish. | |
| by Shigeyuki SASAYAMA..... | 17 |
| Studies on the Staple Fish for Meat Jellies | |
| Ⅲ Bound Water in the Skeletal Muscle of Several Kinds of Fish
and the Distribution of Extractive Nitrogenous Matter in the
Muscle of White Croaker (<i>Nibea argentata</i>) and Lizard-fish
(<i>Saurida argyrophanes</i>). | |
| by Shigeyuki SASAYAMA..... | 37 |
| Biochemical Researches on Migratory Fish | |
| Researches made in View of Quantitative Changes of Body Fat,
with regard to the Mackerel to be caught in the Fishing Area
West of Kyushu and in the East China Sea. | |
| by Shichiro HAMADA and Rituko HAMADA..... | 47 |